ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ ПИТАННЯ АГРАРНОЇ НАУКИ



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ ПИТАННЯ АГРАРНОЇ НАУКИ

КОЛЕКТИВНА МОНОГРАФІЯ

(до 100-річчя Дніпровського державного аграрно-економічного університету)

Дніпро
2023

УДК 63 (477) : 001 **ISBN 978-966-981-748-8**

Рекомендовано до друку Вченою радою Дніпровського
державного аграрно-економічного університету
Протокол № 6 від 30 березня 2023 року

Редакційна колегія:

Кобець Анатолій Степанович – доктор наук з державного управління, професор, ректор Дніпровського державного аграрно-економічного університету (*голова редколегії*);

Дудін Володимир Юрійович – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри інжинірингу технічних систем Дніпровського державного аграрно-економічного університету;

Зажарська Надія Миколаївна – кандидатка ветеринарних наук, доцентка, завідувачка кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Дніпровського державного аграрно-економічного університету;

Ткаліч Юрій Ігорович – доктор сільськогосподарських наук, професор, проректор з наукової та інноваційної діяльності Дніпровського державного аграрно-економічного університету;

Чернікова Наталія Семенівна – кандидатка історичних наук, доцентка, доцентка кафедри філософії, соціології та історії Дніпровського державного аграрно-економічного університету;

Щепова Діана Романівна – кандидатка педагогічних наук, доцентка, завідувачка кафедри філософії, соціології та історії Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

Рецензенти:

Алієв Ельчин Бахтияр огли – доктор технічних наук, старший дослідник, професор, професор кафедри інжинірингу технічних систем Дніпровського державного аграрно-економічного університету, головний науковий співробітник відділу техніко-технологічного забезпечення насінництва Інституту олійних культур НААН України;

Козир Володимир Семенович – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН України, головний науковий співробітник лабораторії тваринництва Інституту зернових культур НААН України;

Святець Юрій Анатолійович – доктор історичних наук, професор, професор кафедри історії України Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

Танчик Семен Петрович – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри землеробства та гербології Національного університету біоресурсів і природокористування України, член-кореспондент НААН України.

Т 33 **Теоретичні та практичні питання аграрної науки** : Колективна монографія / за заг. ред. А. С. Кобця. Дніпро : ЛІРА, 2023. 580 с.

Публікація матеріалів здійснюється в авторській редакції мовою оригіналу. Відповідальність за грамотність, автентичність цитат, достовірність фактів і посилань несуть автори публікацій.

© Колектив авторів, 2023

ЗМІСТ

Гуманітаристика

Розділ 1. Сучасна українська історіографія розвитку аграрної освіти та науки на Придніпров'ї XIX–XXI ст. (*Прокопов В. Ю.*) 5

Розділ 2. Сільськогосподарське машинобудування та технічна модернізація зернового виробництва у південноукраїнських губерніях (1860-ті–1910-ті рр.) (*Чернікова Н. С., Щепова Д. Р.*) 27

Розділ 3. Гуманітаристика, гуманітарне знання, гуманітарний дискурс, гуманітарні науки для вдосконалення навчання фахівця-аграрія (*Стасюк Т. В.*) …..... 69

Розділ 4. Лінгвістична підготовка фахівців-аграріїв як компонента сучасної гуманітаристики *(Назаренко О. В., Заболотська І. О., Жеманова О. О., Казакевич О. І., Масур Г. С.*) …….... 86

Економіка та менеджмент

Розділ 5. Пріоритетні напрями формування стійкості потенціалу беззбиткового розвитку сільськогосподарських підприємств (*Вініченко І. І., Полегенька М. А., Булкін С. С.*) 103

Розділ 6. Менеджмент конкурентоспроможності птахівничих підприємств на засадах раціоналістичної логістики (*Родіна О. В., Величко О. П.*)... 118

Агрономія та екологія

Розділ 7. Коротка історія розвитку систем землеробства та сівозмін (*Цилюрик О. І., Ткаліч Ю. І.)*..... 133

Розділ 8. Історія становлення та сучасний стан основного обробітку ґрунту *(Цилюрик О. І.)*…..... 145

Розділ 9. Дослідження галузевої спеціалізації, проблем та перспектив розвитку рослинництва Херсонщини (*Мельниченко С. Г., Богадьорова Л. М.*) ……..... 179

Розділ 10. Аналіз діяльності лісового господарства Дніпропетровської області за індикаторами сталого розвитку (*Ситник С. А.)*……..... 198

Розділ 11. Екологічна генетика в системі парадигми агрологічних досліджень (*Назаренко М. М.*) ……..... 214

Розділ 12. Розвиток рекреаційного природокористування України за євроінтеграційних умов: функціонально-управлінський аспект (*Завербний А. С.*) ……..... 242

Розділ 13. Роль штучних лісових насаджень у формуванні радіоекологічного статусу агроценозів *(Чорна В. І., Ананьєва Т. В., Ворошилова Н. В., Ткачук А. В.)* ……..... 260

Розділ 14. Наномодифіковані в'яжучі речовини для іонозахисних розчинів (*Дерев'янко В. М., Кондратьєва Н. В., Гришко Г. М.)* ….. 276

Агроінжиніринг

Розділ 15. Застосування полімерних композиційних матеріалів у машинобудуванні (*Деркач О. Д., Макаренко Д. О.*) ……..... 292

Розділ 16. Створення науково-технічної основи технологічної безпеки складних технічних сільськогосподарських систем з урахуванням ризиків техногенного характеру (*Толстенко О. В.*) 317

Розділ 17. Деякі проблеми експлуатаційної надійності тракторів JOHN DEERE сільськогосподарського призначення в умовах України (*Черній О. А.*) ……..... 338

Розділ 18. Обґрунтування фаз розподілу повітря вакуумного насоса індивідуальної доїльної установки (*Дудін В. Ю.*) 364

Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва

Розділ 19. Динаміка росту відгодівельного молодняку свиней за дії пробіотичного препарату *(Бегма Н. А.)*……..... 401

Розділ 20. Нові підходи до оцінювання та прогнозування мікроклімату в сучасних енергоощадних приміщеннях для дійних корів (*Милостивий Р. В.)*..... 413

Розділ 21. Науково-методичні та технологічні аспекти створення дніпропетровського типу асканійської м'ясо-вовнової породи (*Микитюк В. В.*)…..... 467

Ветеринарна медицина та ветсанекспертиза

Розділ 22. Моніторинг показників безпечності і якості козиного і коров'ячого молока у Франції і в Україні (*Зажарська Н. М.*)…..... 496

Розділ 23. Здобутки ветеринарної репродуктології, зумовлені розвитком інших наук (*Скляров П. М., Федоренко С. Я., Науменко С. В.)*…..... 523

Харчові технології

Розділ 24. Обґрунтування ресурсозберігаючої технології переробки сільськогосподарської сировини для одержання харчової продукції високої якості (*Калина В. С.*)..... 542

Розділ 25. Обґрунтування процесу очищення зерна пшениці від важковідокремлюваних домішок методом віброударного сепарування (*Кошулько В. С.*)……..... 558

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ …..... 576

СУЧАСНА УКРАЇНСЬКА ІСТОРІОГРАФІЯ РОЗВИТКУ АГРАРНОЇ ОСВІТИ ТА НАУКИ НА ПРИДНІПРОВ'Ї XIX–XXI ст.

Прокопов В. Ю.

Реформування освіти та науки в будь-яку епоху було і є доволі важливим етапом на шляху створення успішного, ефективного суспільства, держави, економіки. Сучасна доба не є виключенням. Увесь світ став на порозі кризи в освіті, коли лише диплому стає недостатньо для отримання навичок і, головне, досвіду, аби якісно виконувати робочі завдання. Для освітян і науковців в Україні також настав час переформатування та осучаснення. Україна ніби й почала освітні та наукові реформи, але часто за цим стоїть мімікрія освітнього процесу – продукування великої кількості неякісних спеціалістів, непридатних до практичного чи теоретичного застосування наукових досліджень тощо. Щодо аграрної освіти та науки – тут, як ніде, важлива практична складова, яка об'єднується з виробництвом, бізнесом, ринком.

Реформи та зміни в освіті та наукових надбаннях, як і будь-який процес, треба починати з аналізу попередніх здобутків у цій сфері. А для цього, насамперед, нам потрібно проаналізувати історіографію розвитку аграрної освіти та науки. Розглянути, як історики досліджували цю проблематику, що саме було у фокусі вчених та в яких методологічних площинах розглядалось.

Одразу варто окреслити термінологічний апарат дослідження та його об'єкт-предметну складову. У цій розвідці ми говоримо про територіальні рамки Придніпров'я (також вживається назва Наддніпрянщина, однак у ширшому контексті). Це регіон, який має свої історичні та економічні особливості, адже об'єднаний потужною водною артерією – річкою Дніпро. На сьогодні сюди відносять території прилеглих до неї областей – Дніпропетровської, Запорізької, Київської, Кіровоградської, Полтавської, Херсонської, Черкаської, Чернігівської та частково Миколаївської. За часів Російської імперії – це території Катеринославської, Київської, Херсонської, Полтавської, Чернігівської та частини Таврійської губерній.

Як методологічний орієнтир ми обрали історико-педагогічну регіоналістику, якою займаються українські вчені Л. Березівська, І. Коваленко. За визначенням останньої – це «специфічний міждисциплінарний напрям сучасної історико-педагогічної науки» [2; 30]. Цей науковий напрям пов'язаний з історичною регіоналістикою та її історіографією, що досліджує закономірності становлення і розвитку історичної думки в певних усталених регіонах і процес дослідження регіональної специфічності [19].

Хронологічні рамки дослідження: XIX – початок XXI ст. Нижня межа обумовлена появою частково централізованої системи аграрної освіти та науки на цих теренах: кінець XVIII – початок XIX ст. Верхня межа – розвиток аграрної освіти в Незалежній Україні.

Для дослідження ми вирішили зупинитися на історіографії сучасного періоду, а саме – останніх 30 років. Адже після здобуття самостійності в Україні почали бурхливо розвиватися гуманітарні дисципліни, у тому числі історія, яка може почасти зважено та науково осягнути попередній період

розвитку аграрної освіти та науки. На відміну від радянського періоду, історіографія якого відома своїм замовчуванням, викривленням і сфальшуванням інформації, особливо щодо ідеологізованої сфери аграрного виробництва та освіти.

1. Період XIX – початок XX ст.

Витоки централізованої сільськогосподарської освіти на українських землях можна датувати з кінця XVIII ст. Тоді за ініціативою князя Г. Потьомкіна у селі Богоявленському під Миколаєвом у 1790 р. було створено землеробську школу. Трохи пізніше, у 1828 р., була відкрита перша спеціалізована школа бджільництва в с. Пальчики поблизу Батурина. Вона проіснувала понад 50 років. У 1902 р. на Київщині була заснована Боярська практична школа бджільництва, садівництва та городництва, яка орієнтувалася на освіту селян. Про розвиток аграрної освіти у згаданий період оповідає в оглядовій статті С. Мірошниченко [40].

Окрім приватних шкіл у середині XIX ст. існували також державні. Найефективнішими на Придніпров'ї були школи Андріївська на Полтавщині та Борзенська на Чернігівщині. Автор виокремлює етапи розвитку аграрної освіти: 1) зародження сільськогосподарських шкіл (початок XIX – 60-ті роки XIX ст.), коли не було чіткої державної політики та стабільного функціонування закладів; 2) етап екстенсивного розвитку мережі закладів сільськогосподарської освіти (60-ті – 90-ті роки XIX ст.), відбулося забезпечення нормативно-правового становища функціонування шкіл та їх поширення; 3) етап інтенсивного розвитку сільськогосподарської освіти (кінець XIX – початок XX ст.), коли матеріально-технічна та наукова бази навчальних закладів суттєво поліпшилися [40].

У статті О. Костенко аналізується поява вищих сільськогосподарських навчальних закладів та відділень в Україні. Авторка присвятила основну увагу Києву з сільськогосподарським відділенням Київського політехнічного інституту (КПІ) та дискусіям довкола створення спеціалізованого вищого навчального закладу. Цікавою особливістю її розвідки є простеження досвіду Західної Європи у створенні аграрних навчальних та наукових центрів, а також вплив цього досвіду на українські вищі освітні центри [32].

І. Бородай дослідила перші кроки зоотехнічної науки в Україні. Ще у 1851 р. було засновано кафедру сільського господарства та лісництва в Київському університеті Св. Володимира. Однак основну увагу у статті приділено сільськогосподарському (агрономічному) відділенню при Київському політехнічному інституті, яке було відкрите в 1898 р. Викладачем курсу загального тваринництва був відомий науковець Микола Чирвинський, який мав глибокі теоретичні та практичні знання. У 1918 р. сільськогосподарське відділення КПІ було реорганізоване у факультет, який у подальшому став базою Київського сільськогосподарського та ветеринарно-зоотехнічного інституту [15].

У статтях Н. Коваленко та О. Ткаченко аналізуються початки сільськогосподарської освіти й науки – дослідні ферми та підприємства і

залучення поміщиками їхнього досвіду. Відзначено, що в розвитку аграрної освіти й науки велику роль відіграли місцеві Земські організації (губернські та повітові). Вони започатковували школи, училища, дослідні поля та станції, організовували виставки [31; 57].

На особливості створення та функціонування ремісничої освіти у Наддніпрянській Україна звернула увагу С. Ситняківська. Де серед іншого окреслила навчальні заклади, які давали сільськогосподарську освіту в Херсонській та Катеринославській губерніях [55].

Організації та структуризації професійної освіти різних рівнів приділив увагу Л. Прокопенко. У фокусі його дослідження середні, нижчі освітні заклади різноманітних галузей, у тому числі аграрного профілю. На Придніпров'ї було утворено Уманське училище землеробства та садівництва (1868 р.), Херсонське земське сільськогосподарське училище (1874 р.), Полтавське землемірне училище (1861 р.) [53].

Достатньо плідним є науковий доробок дніпровського дослідника сільськогосподарської освіти Ю. Берестеня. Він дослідив процес створення нижчих сільськогосподарських закладів в Російській імперії загалом та на Катеринославщині зокрема у другій половині XIX ст. Розглянуті законодавчі аспекти її становлення, фінансування, а також навчальні матеріали, які викладались учням цих шкіл. Зазначає, що незважаючи на гарний першопочатковий поштовх реформа не зазнала значних результатів [4].

Продовжив своє дослідження суто на Катеринославському матеріалі Ю. Берестень. Тут наприкінці XIX – на початку XX ст. діяла низка початкових навчальних закладів сільськогосподарської освіти, які готували фахівців для потреб сільського господарства. Йдеться про Катеринославську школу садівництва, городництва та бджільництва (м. Катеринослав), Гнєдинську нижчу сільськогосподарську школу (с. Олександрівка Олександрівського повіту Катеринославської губернії, сучасна Запорізька область) та Верхньодніпровська нижча сільськогосподарська школа (1899 р.). Автор звернув увагу на те, що пріоритетним для царської влади було забезпечення потреб господарств місцевих поміщиків у кваліфікованій робочій силі. Стан освіти поліпшився на початку XX ст. Існував також поділ на нижчі та практичні сільськогосподарські школи. Нижчі готували виконавців і спеціалістів із сільського господарства. Практичні навчали робітників-техніків з різних галузей аграрного виробництва. Доволі результативним для освітніх закладів аграрного профілю був 1914 р. Так, у Катеринославі було відкрито землемірне училище, де готували фахівців для повітових земств та земельних комісій. Тоді ж розпочала свою діяльність Бешево-Ігнатівська нижча сільськогосподарська школа. Автор підсумовує, що мережа закладів професійно-технічної аграрної освіти проіснувала до російсько-більшовицької окупації в 1919 р., після чого вона занепала [7].

В іншій статті Ю. Берестеня у співавторстві з А. Кобцем та П. Волохом простежені процеси становлення початкової професійно-технічної освітньої системи в Російській імперії та Катеринославщини, зокрема в 1860–1870-ті рр. Автори звертають увагу на труднощі цього часу, які були пов'язані із

застарілими суспільними патримоніальними практиками, зокрема в інституті опікунства, від якого подекуди залежала доля освітніх закладів. Сільськогосподарська освіта наштовхувалась ще й на інші проблеми – нестачі кваліфікованих викладачів, дослідних земель, технічного забезпечення тощо [8].

Також Ю. Берестень проаналізував діяльність Катеринославської школи садівництва, городництва та бджільництва. Їй передувала організаційна діяльність Катеринославського відділу імператорського російського товариства садівництва, в який увійшли земські чиновники та науковці. Незважаючи на загалом успішний початок діяльності та очевидну потребу в підготовці фахівців-аграріїв у регіоні, школа проіснувала всього 18 років. Серед причин припинення було недостатнє фінансування та соціально-політичні проблеми, спричинені революцією 1905–1907 рр. [5].

Процес організації навчання у сільськогосподарських школах Придніпров'я дослідила К. Гавриленко. Зокрема на Черкащині було відкрито п'ять нижчих агроосвітніх закладів Мошногородищенська, Золотоніська, Златопільська, Пруснянські сільськогосподарські класи, Бобрицька школа садівництва та городництва. Авторка, однак, чомусь не згадала про освітні заклади Катеринославської губернії. Визначено складові освітнього процесу, їх дослідницький потенціал. Проаналізовані навчальні плани, практичні складові освіти. Авторка коротко описала стан вищої аграрної освіти в Україні під владою Російської імперії.

На Полтавщині наприкінці XIX ст. функціонували Жабківська, Лубенська, Андріївська, Бориспільська нижчі сільськогосподарські школи. На Чернігівщині діяли Воздвиженська та Майнівська нижчі сільськогосподарські школи, а також ремісничa школа 1-го розряду та Борзнянська школа садівництва. Тут також існувала жіноча школа, що навчала дорослих дівчат домогосподарству, птахівництву тощо. Вищі навчальні заклади аграрного профілю в Придніпров'ї були наявні на той час лише на кафедрах Київського університету та політехнічного інституту. На всеукраїнському рівні також представлені в Одеському та Харківському [21].

Проаналізовано діяльність земських агрономів Полтавської губернії в поширенні агрономічних знань серед місцевого населення з метою підвищення ефективності виробництва. Сільськогосподарська освіта відбувалася не тільки у профільних закладах, але й на найбільш низовому рівні. Отримання інформації та обмін досвідом проходив під час сільськогосподарських виставок, а також у читальнях, бібліотеках, на курсах та консультаціях, на дослідних полях, показових ділянках, пасіках, садах та городах. Агрономи та їх помічники таким чином охоплювали кілька десятків тисяч охочих отримати найбільш елементарні практичні агрономічні знання. Під час подібних заходів, поставало питання й гуманітарного характеру – місцеві українці погано розуміли російську, тому існувала потреба в україномовному навчанні, що викликало опір влади. Автори відзначають позитивну роль Полтавської агрономічної організації у збільшенні врожайності після її створення в 1910 р. [63].

У цьому ж контексті написана стаття О. Мар'євської, адже Полтавщина виділялась серед інших губерній за найбільшою концентрацією дрібних

землеробів. Незважаючи на це, тут не було створено вищих чи навіть середніх аграрних освітніх закладів. Причину цього автор справедливо вбачає в колоніальній політиці російської імперії стосовно України. Натомість тут функціонували школи нижчого рівня: Полтавська школа садівництва та городництва і Лубенська школа 1-го розряду, перетворена на училище в 1912 р. Ще одна школа сільського господарства була відкрита в с. Андріївка Кобеляцького повіту. Ініціатива їх відкриття належала місцевому земству. Але навіть ці освітні заклади позитивно впливали на врожайність та підвищення агрономічної культури землеробів [38].

Розвиток та організація аграрної освіти та науки на Катеринославщині проаналізовано Ю. Пахоменковим та С. Старухом. Цей регіон також залишався переважно аграрним, незважаючи на бурхливий розвиток важкої промисловості. Згідно з Положенням про сільськогосподарські школи 1904 р. існували окрім вищих, середні, початкові (1–2-го розрядів) та практичні. Однією з перших була нижча школа в с. Ерастівка Верхньодніпровського повіту, відкрита в 1899 р., а з 1911 р. реорганізована в училище (у 1923 р. стала технікумом та з 2003 р. – коледжем при ДДАУ). Учнями були мешканці майже всього південно-східного Лівобережжя України. Пізніше земство планувало відкрити подібні навчальні заклади в кожному повіті. У 1912–1913 рр. відкриті школи в П'ятихатках та Маріупольському повіті. З початком Першої світової війни та революцією сільськогосподарська освіта почала занепадати [50].

До питання про становлення вищої сільськогосподарської освіти на Придніпров'ї, зокрема на Катеринославщині, звернувся згаданий вже Ю. Берестень. За планами земської управи створенню закладу вищої освіти (ЗВО) мала передувати розгалужена система нижчих та середніх освітніх установ. Однак, економічні та раціональні умови спонукали до перегляду цих планів. За мету було поставлено створити науково-дослідний центр аграрного профілю на Катеринославщині. Окрім наукових відкриттів він би готував і фахівців для різних освітніх та земських установ. План передбачав відкриття сільськогосподарського відділення при Вищому гірничому училищі. Як зазначає автор, незважаючи на всі плани, їх так і не вдалося реалізувати через сукупність причин, зокрема й революцію 1905–1907 рр. [3].

Про історію створення Гнєдінського ремісничого училища йдеться в розвідці М. Антощак. Училище готувало ремісників для потреб сільського господарства, це були своєрідні «нижчі механіки», які могли оперувати та ремонтувати сільськогосподарський реманент. Передбачалося навчання протягом 5 років в рамках 3 класів. Можна сказати, що Гнєдінське училище було зразковим в Олександрівському повіті (сучасна Запорізька область). Автор доволі ґрунтовно аналізує особливості становлення цього навчального закладу, його функціонування та організацію навчального процесу. Тому, ця стаття з дослідження подібних шкіл є також зразковою [1]

Дотичною до нашої теми є розвиток освіти в Придніпров'ї як такої, особливо професійно-технічної. Л. Гриженко присвятила цій темі статтю на Катеринославському матеріалі. Показаний поступовий розвиток професійної, ремісничої освіти різних напрямів у регіоні на початку ХХ століття. Авторка

звернула увагу на проблеми тих років, які були притаманні й аграрному напряму – невпорядкована система навчання, дефіцит матеріальних ресурсів [24].

На Правобережжі в Київській губернії з 1876 р. діяло Київське товариство сільського господарства (КТСГ) та сільськогосподарської промисловості, яке мало 12 спеціалізованих відділів. Прикметно, що членами товариства було багато діячів польського походження, що затримувало визнання організації з боку офіційної російської влади. Товариство опікувалося науково-дослідною сільськогосподарською справою, її організацією та впровадженням на практиці. На думку дослідника Н. Шуфрича, КТСГ мало найбільший вплив та розквіт за часів головування в ньому Бенедикта Тишкевича з 1896 р. Він організував видання тижневика «Земледелие», а також працював в Умансько-Липовецькому сільськогосподарському товаристві – своєрідній філії КТСГ. У рамках товариств було створено мережу дослідних полів для розвитку й вдосконалення агрономічних методик [62].

Окремо слід виділити джерелознавчі статті та роботи історіографії другого рівня, коли досліджуються напрацювання історіографів попередньої доби. Сільськогосподарська дослідна справа у цьому контексті досліджена І. Бородай. Вона виділила основні напрями тематичного наповнення: початковий етап, становлення, інституціоналізація тощо. Поширення сільськогосподарської освіти пов'язано також з формуванням наукових регіональних шкіл. Дослідження започатковане на аналізі бібліографічних серій, заснованих на базі Національної наукової сільськогосподарської бібліотеки Національної академії аграрних наук України [16].

Історіографічний огляд І. Федорової торкається періоду XIX – початку XX ст. і містить в собі аналіз праць істориків аграрної освіти та науки. Досить стисло перераховуються роботи вчених початку XX ст. та радянської доби. Натомість основна увага зосереджується на аналізі робіт сучасних істориків аграрної освіти Л. Білан, О. Деркач, В. Манько, О. Михайлюк, Д. Рибченко, Т. Хоменко, З. Шквира та інших. Авторка ділить історіографію на два тематичні блоки: 1) дослідження науковців-аграріїв у XIX – на початку XX ст.; 2) численні історичні та педагогічні напрацювання з теми сучасними дослідниками XX–XXI ст. Хоча основний наголос робиться на сучасних українських істориків, однак велика кількість різноманітних робіт не потрапила до поля зору дослідниці [58].

Ще один напрям досліджень, який можна виділити, – це біографії видатних діячів аграрної освіти та науки, пов'язані з Придніпровським регіоном. Наприклад, уже згадана стаття про роль Б. Тишкевича в діяльності Київського сільськогосподарського товариства.

Вчені досліджують роль Василя Докучаєва в освітній та дослідній справі на Полтавщині. У 1890-ті рр. він розгорнув широку діяльність з реорганізації вищої та середньої сільськогосподарської освіти. Мав безпосереднє відношення до дослідного поля в Полтаві, заснованого в 1884 р. Полтавським сільськогосподарським товариством. Воно розробляло практичні аспекти сільського господарства і надавало селянам та поміщикам сільськогосподарські

культури, яких вони найбільше потребували. Правонаступницею дослідного поля стала Полтавська сільськогосподарська дослідна станція. На думку авторів, саме на чорноземі Полтавщини створювалася найбільша кількість у Російській імперії зразкових господарств, полів, садів та городів. Це сприяло інноваціям в аграрній справі. Внесок Василя Докучаєва в аграрну справу всієї України був належним чином оцінений. Так, зокрема, на його честь названий Харківський національний аграрний університет [59].

Кілька дослідників вивчали біографію та діяльність професора Павла Тушкана. Ретельно біографія П. Тушкана досліджена Ю. Берестенем та В. Морозом, – від народження, навчання до 1918 р. З 1890-х рр. він брав участь у діяльності Полтавського товариства сільського господарства, заснованого місцевим земством. У 1899 р. очолив ту саму школу в с. Ерастівка. Власне, усе дослідження присвячене ерастівському періоду в житті відомого агронома. Доволі детально прописані аспекти навчального процесу, реорганізації школи в училище, а також деякі факти особистого життя [9].

У подальшому Павло Тушкан став депутатом Української Центральної Ради в 1917 р. від Катеринославщини. У рамках роботи Першого Всеукраїнського агрономічно-економічного з'їзду він працював над вдосконаленням аграрної освіти. Продовжив цю справу весною 1918 р. як очільник відділу шкільної і позашкільної освіти сільськогосподарського департаменту Народного міністерства земельних справ УЦР. Однак подальші буремні події – агресії російсько-більшовицьких військ, українських визвольних змагань і громадянського конфлікту – завадили цій діяльності [20].

Корисною з джерелознавчого боку видається стаття В. Вакулика та С. Маслікова. Автори проаналізували значний масив документальних та наративних джерел ветеринарної справи й сфери тваринництва в Південно-Східній Україні кінця XIX – початку XX ст. Це свідчить про доволі жваву наукову та практичну роботу ветеринарів і зоотехніків у цей період [17].

Окремий напрям досліджень складає історія жіночої освіти. У статті Л. Смоляр окрім інших галузей науки згадується нижча та середня професійна сільськогосподарська освіта жінок Наддніпрянської України. У Києві було засноване Товариство руських господинь, що стало початком аграрної науки для жінок. У 1888 р. у Бердичівському повіті Київської губернії була створена школа для дівчат. Тут вивчали догляд за свійськими тваринами, бджільництво, городництво, садівництво, приготування страв тощо. Другою такою школою в Україні, і теж на Придніпров'ї, була Преображенська на Чернігівщині. Пізніше постали Людмилівська та Києво-Лук'янівська школи [56].

Деякі з робіт іноді напряму не стосуються теми аграрної освіти, однак демонструють розвиток науки в той чи інший період. Г. Шевчук та В. Кушнір поглянули на стан освіти в регіоні за часів Російської імперії у XIX ст., звертаючи увагу на недосконалу її систему – обмеженість, становість, закритість для широких верств населення та русифікацію [61]. Узагальнююча стаття Н. Олійника описує розвиток аграрної освіти в Україні. У Придніпровському краї її початком автор вважає кафедру сільського господарства, яка існувала в університеті Св. Володимира [48].

За часів Української народної республіки проблемами сільськогосподарської науки займався Кирило Осьмак. У суспільстві та серед істориків його знають зазвичай як політика – голову Української головної визвольної ради (УГВР), заснованої 1944 р. – своєрідного підпільного представницького органу, який ставив за мету здобуття української незалежності засобами підпільної армії УПА. Однак, мало хто знає, що в УНР К. Осьмак – один з організаторів та популяризаторів наукового забезпечення сільського господарства. Працював у Міністерстві земельних справ УНР, Сільськогосподарському науковому комітеті України тощо. Він опікувався тим, щоб селяни використовували досвід науковців-аграріїв у своїй праці. Авторству К. Осьмака належить понад 50 наукових та науково-популярних статей і брошур [51].

2. Період 1920–1991 рр.

Після приходу до влади більшовиків в Україні підлягали перегляду, реорганізації чи знищенню велика кількість інституцій «царського» минулого. Це стосувалось у тому числі й сільськогосподарської освіти різних рівнів. У роботі Ю. Пахоменкова аналізується стан освіти в 1920-ті рр. Школи аграрного профілю почали переформатовувати у вузькопрофільовані – зоотехнічні, ветеринарні, агрономічні, меліоративні тощо. Така профільна професійна школа ставала проміжною ланкою між середніми та вищими ступенями освіти [49].

Окрім них за часів нової економічної політики також існували короткотривалі курси при кооперативах. Цю тему та роль сільськогосподарських кооперативів у становленні освіти в 1920-х рр. дослідила кременчуцька вчена С. Лаврик-Слісенко. Заходи НЕПу також позитивно вплинули на систему сільськогосподарської освіти в цілому. За даними авторки за 1928–1932 рр. було відкрито понад 30 сільськогосподарських науково-дослідних установ та інститутів. Хоч на той момент НЕП був згорнутий, така діяльність кооперативів з ініціації відкриття навчальних закладів показала якісну роль приватної ініціативи у розширенні та поглибленні освіти й науки серед населення Придніпров'я [35].

Стаття Л. Білан показує розвиток аграрної освіти у 1930-х рр. Більшовицька влада у цей час перейшла до форсованої колективізації, що вилилось в одержавлення величезних земельних і трудових ресурсів. Це потребувало також організації освіти для покращення сільськогосподарської роботи. Автор торкається питань створення виробничої освіти, стаціонарних сільськогосподарських шкіл, шкіл механізаторів, районних колгоспних шкіл. Зазначається, що незважаючи на значні задіяні ресурси, їх бракувало, і колгоспи відчували суттєву нестачу фахівців. Результатами цієї роботи стало те, що лише за часи другої п'ятирічки кількість підготовлених працівників аграрного сектору склала майже 4 млн осіб. За даними автора всього на кінець 1930-х рр. в УРСР діяло 25 аграрних вищих навчальних закладів, до складу яких входили 45 факультетів, де навчалося 9 тис. студентів [10].

За часів Другої світової війни та нацистської окупації для освіти і науки настали не найкращі часи. Однак навіть тоді у деяких освітніх центрах Придніпров'я продовжували надавати освітні послуги. Зокрема про Дніпропетровське освітнє життя йдеться у статті І. Шахрайчука. Усі основні ВНЗ міста були об'єднані у Дніпропетровський університет, у тому числі й сільськогосподарський інститут. Прикметно, що його очолив доктор біологічних наук, професор Іван Розгін, який певний час був викладачем Дніпропетровського сільськогосподарського інституту. Сільськогосподарське відділення новопосталого університету продовжувало дослідження методик удобрення ґрунту, покращення врожайності культур, розведення свійських тварин тощо [60].

У цьому контексті слід згадати статтю Ю. Берестеня, присвячену згаданому вже Іванові Розгону. Талановитий вчений з доволі нетиповою біографією, який в різний час виступав хорунжим армії УНР, членом ВКП(б), завідувачем кафедр, учасником операції з приєднання Західної України до СРСР (як ветеринар), ректором університету часів німецької окупації, а пізніше емігрував на Захід. З його ім'ям пов'язані перші роки функціонування Дніпропетровського сільськогосподарського інституту, коли він очолював кафедру ветеринарії та зоогігієни. Хоча до цього встиг відзначитися на різних посадах аграрних науково-дослідних установ Києва, Харкова, Білої Церкви та Херсона [6].

Особливості побуту студентів та організацію навчання у сільськогосподарських інститутах радянського часу описала у своїй статті Н. Макарська. Вона більше зосередила увагу на педагогічних аспектах історії аграрних ВУЗів УСРР–УРСР: підходи до вивчення дисциплін, навчальні плани, проблеми, які створювала більшовицька командно-адміністративна система [37].

Дніпровський історик О. Нікілєв проаналізував стан матеріально-технічної бази сільськогосподарських інститутів в Україні. Автор звернув увагу, на те, що в умовах повоєнної відбудови якість освіти в аграрних ВНЗ УРСР були доволі низької якості, особливо в практичній площині питання. У більшості інститутів були відсутні учбові майстерні, учбові господарства не забезпечувались. Відзначено, що давалась взнаки імперська сутність радянського режиму – коли центри прийняття рішень далеко, а ресурсів на місцях не вистачає, оскільки перенаправляються на інші потреби. Оскільки засобів на підготовку спеціалістів аграрної сфери бракувало, відповідним було й ставлення партійно-державного керівництва до випускників, як до малокваліфікованих виконавців [41].

Стан середньої та вищої сільськогосподарської освіти після Другої світової війни О. Нікілєв оцінює як катастрофічний стан матеріальних ресурсів освітніх закладів, які були зруйновані під час бойових дій. Ситуація з відбудовою уповільнювалась, адже більшовицьке керівництво не бачило зв'язку між аграрною освітою та відновленням врожайності, а отже, не було й фінансування та повернення до повноцінної роботи. Станом на початок 1950-х рр. господарствам досі не вистачало агрономів [42].

Дотичною до нашої теми є стаття про управлінські кадри в аграрному секторі у часи пізнього сталінізму О. Нікілєва. Окрім сільськогосподарських технікумів та інститутів було створено одно- та дворічні школи для працівників і керівників колгоспів. Однак, і таке рішення не було, на думку автора, ефективним, адже, по-перше, не вистачало ресурсів для успішного функціонування таких шкіл. По-друге, підготовленим кадрам не довіряли керівні посади, а більшовицька влада продовжувала послуговуватися заідеологізованими уявленнями про сільське господарство [44]. Так само малоефективною була заочна сільськогосподарська освіта, якій присвячена інша стаття О. Нікілєва. Якісні та кількісні показники були явно недостатніми, щоб покрити потреби зростаючого аграрного виробництва в умовах післявоєнної відбудови [43].

Подальший розвиток аграрної освіти в УРСР за часів правління М. Хрущова показав, що попередні помилки були враховані: якість підготовки фахівців була підвищена. Хоча, на аргументовану думку автора й ці процеси були доволі суперечливими, як і всі починання епохи Хрущова. Підвищення інтелектуального потенціалу різних ланок сільськогосподарського виробництва було непослідовним та фрагментарним. Хоча для більшовицького керівництва країни стала очевидною роль вищої освіти та науки у підготовці кадрів і подальшого розвитку економіки [45].

Джерелознавчий характер має стаття О. Нікілєва щодо матеріалів вивчення виробничої інтелігенції українського села середини 1940–1960-х рр. Автор вказує, що в російських архівах зберігається достатня кількість інформативних джерел, особливо стосовно аспектів, які майже не вивчалися в українській історіографії. Йдеться про різні заходи з підвищення кваліфікації працівників аграрного сектору різних рівнів вказаного періоду – позасистемних навчальних закладів, які були створені в 1940-х та трансформувались у 1960-х рр. Ними були школи майстрів колгоспного виробництва та голів колгоспів [46].

Цій тематиці присвячена стаття О. Кропивко, а саме про підвищення кваліфікації робітників колгоспів у другій половині XX ст. в УРСР. Як вже вказувалось, у 1950-х рр. була значна проблема з відсутністю якісно підготовлених кадрів у сільському господарстві. Влада намагалась організувати заочні курси, відділення, трирічні міжобласні школи для керівного персоналу колгоспів тощо. У 1966 р. трирічні міжобласні школи були реорганізовані у сільськогосподарські технікуми. Наприкінці 1960-х рр. в УРСР діяло 12 факультетів та 32 школи підвищення кваліфікації для підготовки керівних кадрів аграрного сектору. Для рядових працівників із середньою освітою існували школи при технікумах сільськогосподарських спеціалізацій Полтавському, Лубенському та Хорольському. Автор підсумовує, що у досліджуваний період ситуація з сільськогосподарською освітою дещо покращилася [33].

Методологічні основи вивчення сільськогосподарської освіти УРСР другої половини XX ст. розглянула О. Кропивко. У цей час якраз була сформована і набула чітких рис структура системи освіти аграрного профілю. На думку авторки методологічною основою досліджень цього напряму, окрім

загальнонаукових принципів історичного пізнання, є методи фактологічного аналізу. Серед ключових визначено принципи історизму та об'єктивності, а також методи історичного дослідження. Констатувавши очевидні загалом методи, авторка, натомість, не назвала, чим же історія сільськогосподарської освіти відрізняється від інших тематик історичних досліджень, яка її специфіка, відмінність та методологічна особливість [34].

Розвиток аграрної освіти у другій половині XX ст. комплексно проаналізований на історіографічному матеріалі дослідницею Р. Близнюк у своїх роботах. Навівши критичні зауваження різних істориків щодо розвитку освіти та аналіз організації сільськогосподарської справи в тоталітарній країні, авторка, однак, чомусь не висловила свої аргументовані висновки [11; 14]. В іншій своїй статті Р. Близнюк приділяє більше уваги аналітичній складовій, зазначаючи, що радянські історики були заангажованими дослідниками, особливо в такій «класовій» темі як розвиток аграрної освіти. Хоча беззаперечно, науковці цього періоду накопичили значний фактологічний матеріал [13].

Розвиток аграрної освіти отримав свій розвиток у низці дисертацій. Зокрема, науковий пошук вже згаданої Р. Близнюк підсумований у її дисертації, присвяченій вищій аграрній освіті XX ст. в історіографії. Зокрема у четвертому розділі вона аналізує сучасну українську історіографію. Зазначається, що історики вводять в обіг нові джерельні матеріали, що дозволяє більш цілісно аналізувати минулі події. Вища аграрна освіта хрущовської доби була мало поєднана з аграрним виробництвом, причиною чого стала бюрократизованість та невизначеність позиції вищого номенклатурного керівництва щодо підвищення економічного потенціалу сільськогосподарської галузі. Авторка підсумовує, що повноцінне відтворення історії вищої аграрної освіти має відбуватися шляхом наукового переосмислення і детального дослідження всіх складових інфраструктури системи вищої аграрної освіти в Україні [12].

У дисертації В. Вергунова стверджується, що на межі XIX–XX ст. відбулося офіційне формалізоване утвердження сільськогосподарської дослідної справи та науки як галузі знань. Організаційне оформлення аграрної науки здійснилося впродовж 1884–1931 рр. (дослідні поля, доказові ферми, дослідні станції, крайові станції, інститути, академія). Автор підкреслює, що сталі методики досліджень з'являються наприкінці XIX ст., як і постійно діючі дослідні установи. Якщо за імперських часів наукова ініціатива часто походила знизу, то з 1920 р., після остаточного встановлення більшовицької влади на українських землях цей процес централізується. Сільськогосподарська дослідна справа була під політизованим державним контролем. Також автором зроблено періодизацію розвитку аграрної освіти в Україні. Перший період (1790–1883 рр.) – накопичення і використання наукових знань для підготовки фахівців сільського господарства. Другий період (1883–1920 рр.) – формування системи підготовки фахівців сільського господарства за державної підтримки. Третій період (1921–1990 рр.) – зміна підготовки галузевих фахівців в умовах планової державної економіки та колгоспів. Четвертий період (з 1991 р. до сьогодні) – пошук нової парадигми, що супроводжується активним проявом приватної

складової у навчанні та запровадження ідей Болонської декларації у фахову підготовку [18].

У дисертації К. Гавриленко представлені результати аналізу професійної аграрної освіти в Україні кінця XIX – початку XX ст. Авторка запропонувала власну періодизацію розвитку сільськогосподарської освіти в Україні імперського періоду. Обґрунтовано п'ять періодів розвитку аграрної освіти: початковий (1825–1878 рр.); перехідний (1878–1883 рр.); організаційний (1883–1898 рр.) – час запровадження нормативних актів про аграрну освіту і сільські ремісничі майстерні; регулятивний (1898–1904 рр.) – розширення мережі нижчих і середніх закладів, поява їхніх нових типів (наприклад, для жінок і дорослого населення); структурний (1904–1912 рр.) – здійснено регламентування всіх елементів нижчої і середньої аграрної освіти від шкіл і училищ до навчальних закладів, урядових, земських та приватних [22].

Кам'янець-Подільський дослідник В. Покалюк у своїй дисертаційній роботі показав стан сільськогосподарської освіти в Україні в 1920-х рр. Хоч регіон Придніпров'я простежений частково, але показане загальноукраїнське тло творення мережі сільськогосподарських закладів вищої освіти першого десятиліття більшовицької диктатури. Охарактеризовано формування студентського контингенту навчальної та науково-дослідної роботи, а також громадсько-політичне життя вишів сільськогосподарського профілю. Ключовою особливістю аграрної освіти того часу, як і всієї радянської епохи була її надмірна ідеологізація більшовиками всіх сфер життя закладів вищої освіти. Класовий підхід у кадровій політиці впроваджувався у всьому: від набору викладачів до зарахування студентів у вигляді «пролетаризації». Подібні заходи не сприяли розвитку науки, а навіть не були здатні підтримати існуючий до того часу стан аграрної освіти [52].

3. Аграрна освіта й наука в період незалежності України

На сьогодні галузь агровиробництва, очевидно, потребує цілісної системи освіти. Вона має відповідати національним інтересам і світовим тенденціям розвитку, готувати фахівців, здатних втілювати їх у життя. Особливо на тлі зростаючої ролі сільськогосподарського комплексу у всеукраїнському експорті. Тут ми звернемося до праць не тільки істориків аграрної освіти та науки, але й вчених аграріїв, які аналізують стан процесів у галузі.

Дніпровський дослідник А. Пугач звернув увагу, коли на тлі кризи перехідного періоду 1990-х рр. і катастрофічного падіння обсягів аграрного виробництва зросло сільське безробіття, що призвело до демографічних змін структури людських ресурсів, відтоку найбільш активної та кваліфікованої їх частини в сектор приватного бізнесу, в інші сфери і галузі національної економіки. Витратність в особистих господарствах в умовах мінімальної механізації праці спричинила очевидне падіння ефективності працівників в аграрному секторі. Через доволі неоднозначні рішення влади ситуація склалася так, що трудовий потенціал аграрної сфери виявився вкрай низьким [54].

У нову епоху після розпаду СРСР постала необхідність нарощування обсягів виробництва та конкурентоспроможної вітчизняної агропродукції. Нові

відносини та потреби вимагають належного рівня підготовки фахівців для агропромислового виробництва, а отже, реформування аграрної освіти. Тоді ж, на початку 1990-х рр. прийняті законодавчі акти, в яких закладені основні принципи сучасної аграрної політики в Україні. У подальшому було ухвалено низку указів Президента та постанов Верховної Ради з питань вдосконалення земельної та аграрної реформ, розвитку аграрного сектору. У цих заходах було остаточно утверджено приватну власність на землю, а селянина – як приватного власника на землі. Становлення та розвиток нових організаційно-виробничих відносин в аграрному секторі відбувалося на основі нового Земельного кодексу. Основна мета – ефективне використання земельних угідь. На думку авторів подальше продовження земельних реформ має враховувати не тільки економічні та ринкові чинники, але й соціально-економічні складові, у тому числі освітніх, заради конкурентного розвитку аграрного сектору [23].

Автори статті «Інституційно-економічні засади розвитку вищої аграрної освіти України» вважають, що основним фактором, що стримує розвиток вітчизняної системи вищої аграрної освіти є недостатній рівень фінансування та капітальних інвестицій в освіту й науку як держави, так і стейкхолдерів від агробізнесу. Хоча на сьогодні аграрний сектор є значною частиною української економіки та є вагомим джерелом зростання ВВП, виробники прагнуть лише використовувати готових фахівців без реінвестицій в науку та освіту. Сучасний рівень розвитку сільського господарства в Україні потребує від аграрної освіти відповідності сучасним вимогам балансу між попитом і пропозицією спеціалістів на трудовому ринку. Реформування вищої аграрної освіти, очевидно, зумовлене змінами в економічних відносинах в аграрному секторі господарства України після розпаду СРСР та визначається проведенням аграрної і земельної реформ. Процес розвитку аграрного сектора економіки України зумовив і визначив нові спеціальності та спеціалізації підготовки фахівців [27].

Як вже було згадано, аграрна освіта функціонує та реформується на основі багатьох законодавчих, нормативних актів. Наприклад, закони «Про освіту» і «Про вищу освіту» визначають відносини в галузі навчання, виховання, професійної та наукової підготовки громадян України. Закладені тут основи корисні для подальшого реформування всієї системи освіти в сучасній Україні. Оновлення та покращення потребує і аграрна освіта, як важлива складова частина професійної і вищої освіти в цілому. До інших важливих законів України й нормативно-правових актів можна віднести документи: «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки», «Про сільськогосподарську дорадчу діяльність», Державною національною програмою «Освіта» («Україна XXI століття»), указами Президента України «Про національну доктрину розвитку освіти», «Про заходи щодо вдосконалення системи вищої освіти» [27].

Доволі ґрунтовним є дослідження С. Ніколаєнка про стан аграрної освіти в сучасній Україні. За останні роки вища школа України загалом зазнала чергових змін, що зумовлено набранням чинності Закону України «Про вищу освіту» (2014 р.). Аграрні заклади вищої освіти також реорганізуються. Йдеться не лише про автономію і самоврядність ЗВО, а й про пошук нових сфер

застосування свого потенціалу. У першій половині 2010-х рр. уряд вирішував питання доцільності перепідпорядкування аграрних ЗВО. У 2015 р. від Міністерства аграрної політики їх остаточно передали у сферу управління Міністерства освіти і науки України. Нині аграрна освіта більш тісно інтегрована із загальною системою освіти країни.

У перші десятиліття незалежної Україні була створена розгалужена система управління вищими навчальними закладами аграрного профілю. У складі Міністерства аграрної політики існував департамент кадрової політики, аграрної освіти та науки, що регулював діяльність аграрних закладів вищої освіти, коригуючи їх з положеннями про вищу освіту від Міністерства освіти і науки України. Були організовані навчальні заклади нового типу – навчально-науково-виробничі комплекси, які поєднують освітянську, науково-дослідну та консалтингову діяльності. Їх утворили шляхом консолідації аграрних навчальних закладів III–IV рівнів акредитації із закладами освіти нижчого рівня, науково-дослідними установами, підприємствами та організаціями. У цей період більшість аграрних вищих навчальних закладів зробили значний внесок у реформування системи вищої аграрної освіти в цілому. Це дозволило зберегти кращий вітчизняний досвід та адаптуватися до міжнародних стандартів освіти, у тому числі й тих, які працюють на основі Болонського процесу.

Заходи з реформування аграрної освіти, у першу чергу, мають спрямовуватися на усунення проблем. Зокрема: 1) недосконала система прогнозування потреби у кваліфікованих робітничих кадрах та фахівцях із вищою освітою для аграрного ринку праці України; 2) невідповідність рівня матеріально-технічної бази вищих аграрних навчальних закладів, професійно-технічних навчальних закладів та наукових установ потребам сучасного аграрного виробництва; 3) недостатність інноваційної діяльності в аграрному секторі; 4) відсутність у випускників аграрних навчальних закладів і працівників аграрної галузі мотивації для досягнення високих результатів праці [47].

Інший автор – Л. Мельник вважає, що однією із функцій вищої аграрної освіти є підготовка людських ресурсів для роботи у пріоритетних напрямах. Практично на сьогодні це стає однією з ключових перспектив розвитку суспільства, становлення в ньому потенціалу нових можливостей. Це стосується переорієнтації освіти з підготовки людини як носія профільної та загальноосвітньої інформації на підготовку носіїв визначених якостей і можливостей, зі здатністю до нового рівня освіти й самоосвіти. А для цього система освіти має чітко визначитися із системою таких якостей. Наявний попит на аграрну освіту дає можливості здійснювати постійну підготовку й перепідготовку кадрів [39].

Представники аграрного бізнесу зазвичай вважають, що українським ЗВО потрібно орієнтуватися на потреби агробізнесу. Агронаука, на їхню думку, має об'єднатися з бізнесом. Якісна аграрна освіта починається з професійних навчальних закладів – аграрних коледжів та технікумів. Українська система аграрної освіти має конкурентні переваги, які можна вважати унікальними на ринку освітніх послуг, адже наша країна має умови для створення і апробації

інноваційних продуктів для різних агрокліматичних зон у межах одного регіону. Це забезпечує відповідність наукомістких результатів реальним умовам ведення аграрного виробництва [26].

Потреба у реформуванні аграрної освіти на сучасному етапі її розвитку, обумовлена значними змінами у технологіях виробництва продукції сільського господарства, які вимагають відповідних змін у підготовці фахівців аграрного профілю у ЗВО. Сучасні дослідники наголошують на необхідності постійного удосконалення системи професійної підготовки майбутнього аграрія. Універсалізація ринків, виникнення міжнаціональних корпорацій, швидкий темп всестороннього розвитку, незворотнє зростання міждержавних контактів вагомо підвищують вартість людського капіталу. Технології постійно змінюються і постійно вимагають певних комплексних умінь [36].

Таким чином, можна констатувати, що у період незалежності, за останні 30 років аграрна освіта та наука пройшла цілком закономірний шлях свого розвитку. З переходом до приватної власності на землю та унормуванням законодавства відповідним чином, з урахуванням вимог ринку, формується і вища аграрна освіта та наука. Реформування системи аграрної освіти і науки загалом йшло у руслі реформ освіти в Україні. Але також мало свої особливості з огляду на прикладне значення освітнього напряму. Серед них – доцільність поєднання систем освіти, науки та бізнесу в єдину екосистему. Маємо певність у тому, що внесок Дніпровського державного аграрно-економічного університету в становлення і розвиток аграрної освіти у сучасній Україні є доволі суттєвим та значимим.

Знакові наукові школи різних галузей аграрного та наукового знання, які сформувалися в 1990-х рр. у ДДАУ проаналізовані у статті І. Яременко та К. Маслікової. Основні науково-технічні розробки були зроблені в рамках існуючих попередніх напрямів. Відзначено появу потужного напряму економічного дослідження аграрної справи, що пізніше призвело до зміни акцентів у профілі ЗВО – аграрно-економічного. Хоча цей процес проходив у доволі складних умовах трансформації соціуму, держави та економіки [64].

Згадати треба й низку узагальнених праць з історії освіти Наддніпрянської України, зокрема дослідження про історію конкретних навчальних закладів. Розвиток аграрної освіти та науки на Миколаївщині розглянутий у колективній праці Миколаївського аграрного університету. Відзначається, що однією з перших аграрних навчальних закладів у регіоні була Богоявленська школа землеробства в Миколаєві 1790–1797 рр. Перші початки сільськогосподарських знань, на жаль, мали майже сторічну паузу в південному Придніпров'ї [28].

Про історію Дніпровського державного аграрно-економічного університету видано кілька праць. Вони висвітлюють процеси розвитку освітнього закладу, основні напрями підготовки та наукових досліджень. Колективом авторів простежена історія освітньої діяльності багатьох поколінь науковців і освітян – співробітників університету [25; 29].

Таким чином, за підсумками дослідження можна стверджувати, що на сьогодні історіографія аграрної освіти та науки пропрацьована доволі

ґрунтовно. Її можна поділити на досліджувані епохи: дореволюційна, радянська та сучасна українська. Українські вчені, особливо в останні десятиліття, дослідили розвиток аграрної освіти Придніпров'я в XIX – на початку XX ст. Серед авторів варто відзначити таких: Ю. Берестень, О. Костенко, Л. Смоляр, О. Ткаченко, Г. Шевчук та ін. Радянський період аграрної освіти Придніпров'я досліджують через ширший історичний контекст, а саме – через специфіку радянської економіки та колгоспну систему. Такий підхід використовує О. Нікілєв, особливо на прикладі післявоєнних років. Серед знакових істориків радянської доби також можна виділити таких: Л. Білан, С. Білан, Р. Близнюк та ін.

Сучасна аграрна освіта та її розвиток аналізуються переважно педагогами, істориками освіти в узагальнених статтях, працях щодо окремих науково-освітніх центрів. Часто надаються додаткові авторські чи колективні рекомендації стосовно вдосконалення освітніх процесів. Також на цю тему захищаються кандидатські дисертації, частково дотичні деякі докторські кваліфікаційні роботи. Характерною рисою історіографії сучасного етапу є певна розмитість регіоналізації, адже сучасне освітнє та наукове поле України є порівняно рівномірним.

Іншим умовним критерієм до історіографії є її предметне поле. Багато з дослідників обмежуються загальним встановленням фактів та оглядами всеукраїнських процесів, оминаючи при цьому доволі суттєві нюанси та локальні особливості. Із цією метою досліджуються окремі регіони, окремі навчальні заклади. Серед таких науковців можна виділити місцевих істориків, які ґрунтують свої дослідження на локальних архівних матеріалах: В. Антощак, Ю. Берестень, К. Гавриленко, Л. Прокопенко та ін.

Ще одним напрямом пошуків наукових істориків сільськогосподарської освіти та науки є вивчення біографії видатних або, навпаки, малознаних діячів аграрної освіти. Деякі постаті, незважаючи на складність і карколомність епохи, продовжували займатись наукою та освітою. Такими є, наприклад, І. Розгон та П. Тушкан. Обидва – катеринославці, які брали участь у процесах національної революції 1917–1921 рр.

Якщо говорити про методологічні орієнтири досліджуваної історіографії, то в переважній більшості випадків ми маємо справу з поширеним позитивістичним підходом. Коли про маловідому та недосліджену тему викладається основна сума фактів з джерел без залучення мікро- та макрорівнів дослідження, аналізу чи порівнянь. Лише деякі автори, особливо у дисертаційних дослідженнях, вдаються до узагальнень чи намагаються вийти на вищий рівень. Мікроісторія та історія повсякдення майже не представлені в тематиці історії аграрної освіти й науки. Видається перспективним у майбутніх дослідженнях цієї сфери залучити інший спектр історичної та міждисциплінарної методології.

Підсумовуючи, слід зазначити, що сучасна українська історіографія розвитку аграрної освіти та науки на Придніпров'ї користується популярністю серед дослідників, незважаючи на специфічність теми. Регіоналізм теми підтверджується потужними науковими центрами регіону – Дніпровським, Київським та Полтавським, які продовжують функціонувати з XIX ст. і активно

розвиваються в наш час. Водночас внесок Дніпровського державного аграрно-економічного університету в розвиток аграрної освіти та науки України, а також його попередників, є досліджуваною темою. І, почасти, ці роботи істориків виходять за межі локальних краєзнавчих досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Антощак М. Гнєдінське ремісниче училище: відкриття та діяльність. *Наукові праці історичного факультету Запорізького національного університету*. 2015. Вип. 43. С. 122–129.

2. Березівська Л. Педагогічна регіональна історіографія як поняття. *Регіональні виміри розвитку освітнього простору в Україні: зб. матер. наук.-методол. семінару. ДНПБ України ім. В. О. Сухомлинського.* 2019. URL: http://dnpb.gov.ua/wp-content/uploads/2019/11/Regionalism_2019.pdf (дата звернення: 04.04.2022).

3. Берестень Ю. До історії становлення вищої сільськогосподарської освіти на Катеринославщині на початку ХХ століття. *Проблеми політичної історії України: зб. наук. пр.* 2017. Вип. 12. С. 84–102.

4. Берестень Ю. Законодавчі аспекти організації нижчої сільськогосподарської освіти в Російській імперії кінець XIX – початок ХХ століття. *Університет – центр формування духовності патріотизму та інтелігентності: матер. регіонал. наук.-практ. конф. (95-річчю ДДАЕУ присвяч.)*. 2017. Вип. 7. С. 88–104.

5. Берестень Ю. В. Катеринославська школа садівництва, городництва та бджільництва: історія становлення та навчально-виробничої діяльності (1890–1908 рр.). *Питання аграрної історії України:* матер. дванадцятих наук. читань, присв. пам'яті Д. П. Пойди. 2018. С. 42–55.

6. Берестень Ю. В. Науково-педагогічна та адміністративна діяльність професора І. Ф. Розгіна (Розгона) в 1923–1941 рр. *Історія науки і біографістика:* електрон. наук. фахове вид. 2019. № 1. С. 7. URL: https://dspace.dsau.dp.ua/jspui/retrieve/71a06839-6328-4d0b-b959-486b0c4e8177/07.pdf (дата звернення: 04.04.2022).

7. Берестень Ю. Становлення початкової та середньої сільськогосподарської освіти на Катеринославщині на початку ХХ століття. *Проблеми політичної історії України.* 2020. Вип. 15. С. 102–121.

8. Берестень Ю. В., Кобець А. С., Волох П. В. Правові та соціально-економічні аспекти становлення початкової та професійно-технічної освіти на теренах Катеринославської губернії (сер. 60-х – 70-ті рр. XIX ст.). *Актуальні проблеми права (95-річчю Верхньодніпровського коледжу ДДАЕУ, 100-річчю Дніпровського державного аграрно-економічного університету присвячується): матер. регіонал. наук.-практ. конф.* 2019. С. 10–19.

9. Берестень Ю., Мороз В. Павло Федорович Тушкан – фундатор початкової та середньої сільськогосподарської освіти Придніпров'я початку ХХ століття. *Проблеми політичної історії України: зб. наук. пр.* 2018. Вип. 13. С. 106–130.

10. Білан С. О. Розвиток аграрної освіти в 30-х рр. XX ст. та її вплив на формування професійно-виробничої верстви українського села. *Література та культура Полісся*. 2012. № 71. С. 295–304.

11. Близнюк Р. Вища аграрна освіта України в другій половині XX століття в сучасній українській історіографії. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова*. Серія 6: Історичні науки: зб. наук. пр. 2013. Вип. 10. С. 169–179.

12. Близнюк Р. Вища аграрна освіта України в другій половині XX століття: історіографія : дис. … канд. істор. наук / Держ. ВНЗ «Переяслав-Хмельниц. держ. пед. ун-т ім. Григорія Сковороди». Переяслав-Хмельницький, 2014. 210 с.

13. Близнюк Р. О. Історіографія вищої аграрної освіти України в історичній науковій літературі 1950 – середини 60-х рр. *Гілея*. 2014. Вип. 85. С. 83–87.

14. Близнюк Р. Розвиток вищої аграрної освіти в Україні другої половини XX ст. в радянській історіографії (1960–1980 рр.). *Гілея*. 2013. Вип. 71. С. 298–302.

15. Бородай І. До історії становлення зоотехнічної науки в Україні. *Київська старовина*. 2010. Т. 1. С. 3–10.

16. Бородай І. Серійні видання як джерела дослідження історії сільськогосподарської дослідної справи в Україні. *Універсум історії та археології*. 2019. Вип. 2 (27). Ч. 1. С. 194–204.

17. Вакулик В., Масліков С. Писемна ветеринарна і тваринницька традиція Південно-Східної України у друкованих джерелах кінця XIX – початку XX століть. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2011. Вип. 2. С. 120–123.

18. Вергунов В. А. Науково-організаційні засади функціонування сільськогосподарської дослідної справи на теренах України (друга половина XIX ст. – початок XXI ст.) : дис. … докт. істор. наук / Держ. ВНЗ «Переяслав-Хмельниц. держ. пед. ун-т ім. Григорія Сковороди». Переяслав-Хмельницький, 2018. 595 с.

19. Верменич Я. Регіональна історіографія: зміст і структура поняття. *Історіографічні дослідження в Україні : зб. наук. пр. НАН України, Ін-т історії України*. 2002. Вип. 11. С. 249–256.

20. Воловодовська В. О. Діяльність професора П. Ф. Тушкана в контексті розвитку аграрної освіти в Україні. *Вісник аграрної історії. Науковий журнал*. 2018. № 25–26. С. 260–266.

21. Гавриленко К. Методологічні підходи та принципи професійної підготовки аграрників в Україні (кінець XIX – початок XX ст.). *Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету*. Серія: Педагогіка. 2016. № 1. С. 12–19.

22. Гавриленко К. Професійна підготовка фахівців аграрної галузі в Україні (кінець XIX – початок XX століття) : дис. … канд. пед. наук / Харків. нац. пед. ун-т ім. Г. С. Сковороди. Харків, 2017. 262 с.

23. Гадзало Я. М., Лузан Ю. Я. Земельна реформа: проблеми і перспективи розвитку аграрної економіки. *Економіка АПК*. 2017. № 1. С. 5–14.

24. Гриженко Л. Особливості розвитку професійно-технічної освіти у містах Катеринославської губернії (кінець XIX – початок XX ст.). *Університет – центр формування духовності патріотизму та інтелігентності: матеріали регіонал. наук.-практ. конф. (95-річчю ДДАЕУ присвяч.)*. 2017. Вип. 7. С. 105–111.

25. Дніпропетровський державний аграрний університет (1922–2007): 85 років / Ю. В. Берестень та ін. 3-тє вид., доповн. і переробл. Дніпропетровськ: ЕНЕМ, 2007. 219 с.

26. Застрожнікова І. В. *Державна політика у галузі аграрної вищої освіти. Міжнародна науково-практична конференція «Сучасний стан та перспективи розвитку економіки, менеджменту, обліку та права»*. 2018. № 14. С. 36–37.

27. Інституційно-економічні засади розвитку вищої аграрної освіти України. *Економічні горизонти* / В. Д. Каричковський та ін. 2018. № 4 (7). С. 17–27.

28. Історія розвитку аграрної освіти на Миколаївщині / голов. ред. В. С. Шебанін; за ред. Д. В. Бабенка, Н. Г. Шарати; уклад. Т. В. Березовська. Миколаїв: МДАУ, 2012. 96 с.

29. Історія Дніпропетровського Державного Аграрного Університету. 75 років / редкол.: М. Т. Масюк (відп. ред.) та ін. Дніпропетровськ: ДДАУ, 1997. 150 с.

30. Коваленко І. Історико-педагогічні дослідження з позицій регіонального підходу: проблема понятєвого визначення. *Педагогіка вищої та середньої школи: зб. наук. пр. Криворіз. пед. ін-т ДВНЗ «Криворізький національний університет»*. 2017. № 1. С. 204–210.

31. Коваленко Н. П. Особливості аграрного виробництва на українських землях у XIX столітті. *Історія науки і техніки*. 2018. Т. 8. Вип. 1. С. 139–148

32. Костенко О. Вища сільськогосподарська освіта XIX ст.: шляхи становлення і розвитку. *Електронне наукове фахове видання. Історія науки і біографістика*. 2007. № 3. URL: http://inb.dnsgb.com.ua/2007-3/07koossr.pdf (дата звернення: 04.04.2022).

33. Кропивко О. Зміни в системі підготовки і підвищенні кваліфікації керівних кадрів колгоспів і радгоспів УРСР в 50-х – 60-х рр. XX ст. *Грані*. 2015. № 5. С. 153–161.

34. Кропивко О. Сільськогосподарська освіта як об'єкт аграрної історії України другої половини XX ст.: до методології досліджень. *Питання аграрної історії України та Росії: Матеріали одинадцятих наукових читань, присвячених пам'яті Д. П. Пойди: зб. наук. пр.* 2016. С. 183–189.

35. Лаврик-Слісенко Л. Культурно-просвітницька діяльність кооперативного руху в розвитку аграрної освіти в Країні (20–30 рр. XX ст.). *Педагогічні науки: зб. наук. пр*. 2011. Вип. 3. С. 117–122.

36. Лазарєв О. В. Освіта майбутніх фахівців аграрного профілю на засадах компетентнісного підходу. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2014. № 1 (35). URL: https://www.sworld.com.ua/simpoz7/27.pdf (дата звернення: 04.04.2022).

37. Макарська Н. Організаційно-педагогічні форми підготовки фахівців-аграрників в Україні в першій половині XX ст. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2008. Вип. 130. С. 198–203.

38. Мар'євська О. Вплив освітніх осередків Полтавської губернії на модернізаційні процеси у селянсько-козацьких господарств краю на рубежі XIX–XX століть. *Гуманітарно-виховні процеси, тенденції і перспективи вищої професійної освіти (присвячується 90-річчю ДДАУ): зб. наук. пр.* 2012. Вип. 4. С. 173–177.

39. Мельник Л. Ю. Місце і роль аграрної освіти в становленні економіки знань. *Економічний аналіз: зб. наук. пр.* 2016. Т. 23. № 1. С. 60–67.

40. Мірошниченко Н. Чинники та етапи розвитку сільськогосподарської освіти в Україні у XIX – на початку XX ст. *Сіверщина в історії України: зб. наук. пр.* 2015. Вип. 8. С. 234–236.

41. Нікілєв О. Вища сільськогосподарська школа України у контексті повоєнної політики держави середина 1940-х – перша половина 1950-х рр. *Рідне село в історичній долі України: зб. наук. пр.* 2005. Вип. 5. С. 246–254.

42. Нікілєв О. Вища і середня сільськогосподарська школа України за часів пізнього сталінізму: реалії існування та функціонування. *Roxolania Historĭca = Historical Roxolania: наук. зб.* 2018. Вип. 1 (16). С. 182–193.

43. Нікілєв О. Заочна сільськогосподарська освіта України в контексті аграрної політики держави середини 1940-х – першої половини 1950-х рр. *Наддніпрянська Україна: історичні процеси, події, постаті: зб. наук. пр.* 2013. Вип. 11. С. 267–275.

44. Нікілєв О. Про формування керівної та управлінської ланки аграрного виробництва у повоєнний період (середина 1940-х – перша половина 1950-х рр.). *Наддніпрянська Україна: історичні процеси, події, постаті: зб. наук. пр.* 2001. Вип. 1. С. 189–203.

45. Нікілєв О. Формування інтелектуального потенціалу матеріального виробництва села 50-х – першої половини 60-х років XX століття: вища та середня сільськогосподарська школа України в контексті політики «потужного піднесення» галузі. *Наддніпрянська Україна: історичні процеси, події, постаті: зб. наук. пр.* 2003. Вип.2. С. 184.

46. Нікілєв О. Формування виробничої інтелігенції українського села середини 1940–60-х років: джерела російських архівних фондів у відображенні процесу. *Чорноморський літопис: науковий журнал*. 2013. Вип. 7. С. 32–37.

47. Ніколаєнко С. Аграрна освіта і наука в Україні в умовах євроінтеграції: проблеми та виклики. *Вища школа*. 2015. № 11/12. С. 19–28.

48. Олійник Н. Аграрна освіта в Україні: історія розвитку та сучасний стан. *Теоретичні та прикладні аспекти розвитку науки (частина І): матер. Міжнар. наук.-практ. конф. м. Київ, 30–31 січня 2020 р.).* 2020. С. 59–60.

49. Пахоменков Ю. Організація системи сільськогосподарської освіти на Придніпров'ї у 1920-ті рр. *Університет – центр формування духовності патріотизму та інтелігентності: матеріали регіонал. наук.-практ. конф. (95-річчю ДДАЕУ присвяч.).* 2017. Вип. 7. С. 111–117.

50. Пахоменков Ю., Старух С. Організація сільськогосподарської освіти на Катеринославщині на початку XX століття. *Гуманітарно-виховні процеси, тенденції і перспективи вищої професійної освіти (присвячується 90-річчю ДДАУ): зб. наук. пр.* 2012. Вип. 4. С. 205–209.

51. Підгайна Т. Суспільно-політична та науково-організаційна діяльність К. І. Осьмака (1890–1960) з розвитку сільськогосподарської дослідної справи в Україні: історіографічний аспект. *Гілея: науковий вісник.* 2014. Вип. 82. С. 125–129.

52. Покалюк В. В. Вища сільськогосподарська освіта України в умовах становлення та розвитку радянського суспільства (20-ті рр. XX ст.) : дис. … канд. істор. наук / Кам'янець-Подільський нац. ун-т ім. Івана Огієнка. Кам'янець-Подільський, 2018. 326 с.

53. Прокопенко Л. Політика Російського уряду щодо розвитку професійної освіти в Україні в другій половині XIX – на початку XX ст. *Публічне адміністрування: теорія та практика :* електронний збірник наукових праць. 2011. Вип. 1. С. 1–10.

54. Пугач А. М. Основні положення механізму відтворення людських ресурсів в процесі забезпечення розвитку аграрного потенціалу України. *Вісник Національного університету цивільного захисту України*. Серія: Державне управління. 2015. Вип. 2. С. 167–174.

55. Ситняківська С. *Історичні особливості розвитку ремісничої освіти Півдня України кінця XIX – на початку XX ст. Південь України: етноісторичний, мовний, культурний та релігійний виміри: доповіді II Міжнар. наук.-практ. конф., 2009 р.* URL: http://eprints.zu.edu.ua/4394/1/Рем._осв.pdf (дата звернення: 04.04.2022).

56. Смоляр Л. Історія середньої професійної освіти жінок Наддніпрянської України в другій половині XIX – початку XX століття. *Етнічна історія народів Європи: зб. наук. пр*. 2000. Вип. 4. С. 16–22.

57. Ткаченко О. Професійно-педагогічна підготовка фахівця аграрного профілю: історичний аналіз XIX століття. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка.* Серія: Педагогічні науки. 2016. № 137. С. 171–174.

58. Федорова І. Огляд історіографії та джерельної бази дослідження розвитку вищої сільськогосподарської освіти в Україні 1861–1917 років. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського.* Серія: Історичні науки. 2021. Т. 32 (71). № 12. С. 180–184.

59. Чеботарьова Л., Самородов В., Кигим С. Полтавська складова діяльності Василя Докучаєва як реформатора вищої сільськогосподарської освіти. *Актуальні питання землеробства і агрохімії: історія і сьогодення:* матер. Всеукр. наук.-практ. конфер. на посвяту 90-річчя кафедри землеробства і агрохімії імені В. І. Сазанова факультету агротехнологій та екології Полтавської державної аграрної академії, 27–28 листопада 2018 р., м. Полтава. 2019. С. 71–75.

60. Шахрайчук І. Освіта і наука в умовах окупації Дніпропетровщини в роки Великої Вітчизняної війни (1941–1945 рр.). *Наддніпрянська Україна: історичні процеси, події, постаті*. 2014. Вип. 12. С. 211–222.

61. Шевчук Г. До історії освіти в Наддніпрянській Україні у XIX – на початку XX століття. *Вісник Львівського університету* Серія: Педагогіка. 2011. Вип. 27. С. 228–237; Кушнір В. Розвиток середньої освіти на українських землях впродовж і половини XIX ст. *Український педагогічний журнал*. 2016. № 4. С. 100–105.

62. Шуфрич Н. Діяльність графа Б. С. Тишкевича (1849–1939) у Київському товаристві сільського господарства та сільськогосподарської промисловості. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка*. 2012. С. 57–60.

63. Якименко М., Краснікова О. Роль земських агрономів Полтавської губернії у розповсюдженні сільськогосподарських знань (кінець XIX – початок XX століття). *Гуманітарно-виховні процеси, тенденції і перспективи вищої професійної освіти (присвячується 90-річчю ДДАУ): зб. наук. пр.* 2012. Вип. 4. С. 164–173.

64. Яременко І., Маслікова К. Діяльність наукових шкіл у галузі аграрної науки в Дніпропетровському державному аграрному університеті (90-ті рр. XX століття). *Гуманітарно-виховні процеси, тенденції і перспективи вищої професійної освіти (присвячується 90-річчю ДДАУ): зб. наук. пр.* 2012. Вип. 4. С. 156–163.

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКЕ МАШИНОБУДУВАННЯ ТА ТЕХНІЧНА МОДЕРНІЗАЦІЯ ЗЕРНОВОГО ВИРОБНИЦТВА У ПІВДЕННОУКРАЇНСЬКИХ ГУБЕРНІЯХ (1860-ті–1910-ті рр.)

Чернікова Н. С., Щепова Д. Р.

Пореформений період позначився в історії південноукраїнських губерній бурхливим розвитком галузі зернового землеробства, що протягом подальших десятиліть відігравала провідну роль в аграрному секторі не лише регіону, а Російської імперії в цілому. Активне господарське освоєння нових територій, поповнення прошарку сільських підприємців вихідцями із селян, товарно-експортна орієнтація продукції сприяли формуванню якісно нових запитів та вимог щодо методів господарювання, здатних забезпечити галузі конкурентоспроможність на внутрішньому та світовому хлібному ринку, а відтак – прибутковість «зернового бізнесу» для самих господарів. За таких умов залучення удосконаленої сільськогосподарської техніки та перехід від ручної до машинної праці перетворювалися на індикатор ефективного господарювання. З іншого боку, стабільно зростаючий внутрішній попит на сільськогосподарську техніку сприяв формуванню у регіоні сільськогосподарського машинобудування як окремої галузі.

На сьогодні теза про залежність розвитку сільськогосподарських галузей, у тому числі зернового виробництва, від рівня упровадження новітніх технічних та технологічних досягнень, є аксіомою. Однак ще півтора сторіччя тому сільські господарі-підприємці, утягнуті у вихор капіталізації та товаризації аграрного сектору, саме досвідним шляхом залучалися до її інституціоналізації у масовій суспільній свідомості та стояли у витоків формування агротехнічної культури, що отримувала специфічне регіональне забарвлення.

Історичний досвід механізації зернового виробництва, що у пореформені десятиліття посіло провідне місце у господарському житті південноукраїнського регіону та у свою чергу сприяло становленню сільськогосподарського машинобудування як самостійної прибуткової галузі, виступає у цьому сенсі певним показовим та, безумовно, позитивним прикладом підприємницької діяльності на селі.

У вітчизняній історіографічній традиції справедливо усталеною залишається теза про провідну роль південноукраїнського регіону у виробництві та експлуатації сільськогосподарських машин досліджуваного періоду. Початок її обґрунтуванню було покладено тогочасними фахівцями-інженерами, підприємцями-землевласниками, які займалися першими аналітичними характеристиками розвитку машинобудівної галузі та сільського господарства в Російській імперії. Зокрема, Д. Арцибашев [8–10], Л. Кафенгауз [15], В. Черняєв [68–70], О. Ярошко [74; 75] підґрунтям становлення осередків сільськогосподарського машинобудування на півдні України вважали обмеженість найманого людського ресурсу та екстенсивне землеробство. А. Кауфман [34] наголошував, що носіями прогресивних новацій на селі виступали поміщицькі господарства. Натомість В. Воронцов, М. Шаховської [19; 71] звертали увагу на тенденцію до покращення агротехнічного рівня

селянських господарств у регіоні в цілому, а В. Постніков та Н. Калагеоргі [54; 33] указували на вагоме значення досвіду німецьких переселенців у цьому процесі. Зазначимо, що дореволюційні праці з питань сільськогосподарського машинобудування містять доволі цінний фактографічний матеріал, що до сьогодні не втратив наукової значущості для досліджень.

Процеси індустріалізації за радянських часів сприяли формуванню усталеного дослідницького інтересу до історії техніки. Тож у роботах С.Єфимова, І. Артоболевського та О. Благонравова [29; 27] подано характеристику щодо окремих видів землеробських машин, зокрема тих, що були сконструйовані та, відповідно, використовувалися у південноукраїнських губерніях. В енциклопедичних та узагальнюючих фундаментальних виданнях [31], працях із економічної історії радянських істориків [61] наведено кількісні показники щодо виробництва та використання сільськогосподарських машин як в Росії в цілому, так і окремо по підросійських губерніях.

Результати опрацювання сучасного історіографічного доробку дозволяють констатувати підвищення уваги дослідників до проблеми історичного розвитку науки та техніки на українських теренах. Зокрема, розвідки І. Аннєнкова, Ю. Вовкотруба, О. Несміяна і Ю. Ценча [6; 17; 51] присвячені галузі сільськогосподарського машинобудування в Україні. Життєвий шлях та діяльність відомих південноукраїнських підприємців, які зробили внесок у розвиток галузі, висвітлюється у роботах сучасних науковців: І. Лимана та І. Константінової [39; 40], П. Босого [12], Т. Водотики [18], В. Гузєва [23] тощо. На особливу увагу заслуговують дослідження Наталії Венгер [13–15] та І. Швайки [72], де аналізується внесок менонітів у сільськогосподарське машинобудування.

Залучення матеріалів численних повітових, губернських статистичних описів [1; 4; 5; 16; 42–45; 52; 56–60; 63–65] дозволило дещо сфокусувати призму дослідницької уваги на локальних агротехнічних традиціях та вподобаннях місцевих господарів, популярних видах сільськогосподарських машин, рівні механізації поміщицьких та селянських господарств тощо. А також скласти уявлення про кількість, локацію, потужності, спеціалізацію підприємств з виробництва сільськогосподарських машин південноукраїнського регіону. Вельми інформативними є збірки матеріалів, укладені за результатами проведення сільськогосподарських виставок загальнодержавного чи регіонального масштабів. Окрім історико-статистичних довідок фахівців щодо стану сільськогосподарського машинобудування, вони знайомлять з «усталеними», популярними (на період проведення виставки) зразками сільськогосподарської техніки, розповсюдженої у регіоні, а також провідними тенденціями та перспективами її розвитку та використання [36; 48; 49; 55; 73]. Відтак, аналіз історіографічного доробку та джерельної бази дозволяє констатувати наукову значущість та перманентну актуальність проблеми, з іншого – відсутність комплексного дослідження щодо агротехнічної еволюції зернового виробництва на півдні України у пореформені десятиліття.

Тож мета даного дослідження полягає у з’ясуванні особливостей процесу

технічної модернізації зернового виробництва крізь призму становлення осередків сільськогосподарського машинобудування на Півдні України в умовах пореформених капіталістичних трансформацій[1]. Особливу увагу приділено дослідженню підприємств, що означували магістральні напрями галузі сільськогосподарського машинобудування у регіоні.

Методологія дослідження побудована на принципах об'єктивності, системності та історизму із застосуванням загальнонаукових та спеціально-історичних методів: історико-генетичного, історико-порівняльного, описового, історико-типологічного, системно-структурного. У процесі історичного дослідження автор ґрунтувався на використанні мультидисциплінарного підходу із відповідним залученням методологічного арсеналу наук інженерно-технічного, економічного спрямування задля досягнення означеної мети.

1. Основні чинники технічної модернізації зернових господарств Півдня України пореформеного періоду

Капіталізація сільськогосподарського виробництва, що охопила землеробські господарства вже у перші пореформені роки, атрибутивно супроводжувалася подальшим розширенням товарного виробництва та загостренням конкурентної боротьби. На півдні Україні підприємницьке землеробство зернового спрямування невпинно зростало та вирізнялося екстенсивним характером та інтенсивним поповненням контингенту сільських підприємців вихідцями із селян.

Господарська специфіка регіону, де ще донедавна домінувало тваринництво (зокрема, мериносове вівчарство, що мало виключно підприємницьке спрямування), полягала у посиленому розорюванні цілинних земель та збільшенні посівів пшениці та ячменю на експорт [71, с. 12–13]. «Почалось азартне пшеничне господарство, що засипало в перші роки заповзятливих людей золотом», – писав О. Ярошко [74, с. 3]. Становленню та консолідації місцевого підприємницького прошарку із представників різних соціальних категорій сприяла наявність спільної мети, що полягала насамперед в отриманні високих прибутків за рахунок розорювання та засівання максимально можливих земельних площ, тобто господарюванні за формулою «не в якості справа, а в кількості» [74, с. 4–5]. Відповідно, великі обсяги зернового виробництва вимагали залучення значного найманого ресурсу, наявність якого у регіоні була досить обмеженою, що становило значну проблему для господарів на етапі сезонних робіт.

Відтак, високі темпи сільськогосподарського освоєння земельних угідь на півдні України забезпечувалися та підтримувалися за рахунок машинізації зернового виробництва. Інтенсифікація процесу її упровадження відбувалася через гостру нестачу робочих рук і високу оплату найманої праці [61, с. 234]. «У південних губерніях, – писав В. Черняєв, – машинобудування розвинулося тільки завдяки нестачі робочих рук і тій гарячці, з якою розорювалися нові землі при надзвичайно екстенсивному характері господарства» [68, с. 4].

Швидка товаризація та капіталізація зернового господарства, розширення

[1] Мвється на увазі Катеринославська, Таврійська та Херсонська губернії

внутрішнього і зовнішнього ринків зумовило зростання попиту серед поміщиків і селян-підприємців на сільськогосподарську техніку та використання нових, більш досконалих знарядь виробництва. Варто нагадати, що перша хвиля «технічної лихоманки» (назвемо її умовно «підготовчою») спостерігалася серед досить обмеженого кола підприємливих землевласників ще напередодні реформи, коли вони посилено купували закордонні машини та апробовували їх у власних угіддях. Також у регіоні спостерігалася популяризація техніки за рахунок подорожуючих закордонних майстрів, які безпосередньо у маєтках конструювали плуги, сівалки, борони або здійснювали технічне обслуговування та ремонт закордонного обладнання. Однак справжніми флагманами у масовому розповсюдженні удосконалених знарядь у Катеринославській та Таврійській губерніях варто визнати німецьких переселенців-колоністів, які, з одного боку, на прикладі власних господарств демонстрували місцевому населенню ефективність упровадження удосконалених знарядь, з іншого – сприяли становленню галузі сільськогосподарського машинобудування. Господарчий «арсенал» пересічного заможного колоніста вже складався з трикорпусного плуга, кінних граблів, жниварки, віялки, а у більш заможного – молотарки [70, с. 93]. Відтак, у розпалі «розорювальної лихоманки» 1870-х рр. система землеробства німецьких колоністів значною мірою позначилася на становленні та формуванні специфіки селянського зернового виробництва у регіоні [19, с. 219–220; 54, с. 5–6, 146].

Протягом 1870–1880-х рр., після десятирічної перерви, спостерігалася друга хвиля «машиноманії», що набула значного розмаху та масового характеру в аграрному секторі. Наприкінці 1870-х років у сільському господарстві України використовувалося близько 700 парових двигунів, а наприкінці сторіччя – вже декілька тисяч молотарок, сівалок, віялок та інших удосконалених знарядь. На півдні України нараховувалося 379 господарств із власним землеробським інвентарем, причому 2/3 були укомплектовані арсеналом сільськогосподарських машин.

Південь України вирізнявся більш інтенсивним рівнем упровадженням сільськогосподарської техніки порівняно з іншими регіонами. Адже тут попит на робочі руки був стабільно високим, як і заробітна плата найманих працівників. Тому кожен пересічний господар, усвідомлюючи нерентабельність використання найманої праці, намагався її мінімізувати за рахунок придбання машин або принаймні удосконалених знарядь праці, що дозволяли досягти більшої продуктивності. Вже на 1875 р. продавці сільськогосподарської техніки називали селян головними покупцями продукції [19, с. 219).

Дешевизна селянських знарядь обробітку землі, усталені традиції використання, легкість конструкції та ремонту в домашніх умовах за допомогою ковалів були тими факторами, що сприяли їх використанню в селянських господарствах у перші пореформені роки. Однак поступово відбулася трансформація самих умов селянського землеробства, що вимагала заміни примітивних знарядь удосконаленими та адаптованими до нових умов господарювання. Приміром, на 1880-ті рр. більша частина як селянських, так і

орендованих у приватних власників земель вже були розораними, тож вимагали переходу до застосування більш легких та продуктивних знарядь.

Показово, що на 1880-х рр. інтенсивність використання сільськогосподарської техніки у власницьких володіннях ще виглядала досить строкатою. Так, у Бахмутському повіті лише ¼ господарств застосовували вдосконалені знаряддя; в інших, які належали здебільшого селянам і міщанам, використовували простий селянський реманент. У купців та дворян новітня техніка застосовувалася тільки у 12–38% господарств, у той час як німецькі колоністи майже цілковито перейшли на новітні технології [58, отд. 4. с. 47].

Тим не менше, процеси машинізації зернового виробництва у південноукраїнських господарствах вирізнялися високим рівнем інтенсивності, тож упродовж наступних десятиліть розподіл удосконалених знарядь серед різних соціальних категорій сільського населення (особливо залучених до галузі торгівельного зернового виробництва) набував однорідності. За результатами анкетного опитування, проведеного Міністерством землеробства, на 1890–ті рр. рівень використання удосконалених знарядь у поміщицьких господарствах півдня України становив 71–91%, у селянських – 45–69%, у той час як усереднені показники по Європейській Росії становили відповідно 42% і 21% [34, с. 442–628].

За питомою вагою орних земель, які оброблялися за допомогою машин, у 1889 р. південні райони Росії перевищували всі інші губернії: за посівами – у 3-4 рази, за збиранням – у 2-3 рази, за обробкою (молотьбою й віянням) – у 1,5 рази [61, с. 240]. Тут використовували машини: для посівів – на 21% орної землі, під час жнив – на 20%, під час молотьби і віяння – для обробітку 36% і 45% сировини [41, с. 89]. Для порівняння: усереднені відповідні показники по російських губерніях становили 9%, 3%, 36% і 35% [73, ч. 2 с. 122].

Машинізація селянських господарств Півдня України відбувалася навіть інтенсивніше за поміщицькі, що, як було зазначено, пояснюється залученням активною інтеграцією селянства до «зернового бізнесу» та очевидним економічним зиском. У свою чергу це означило найвищі (з-поміж інших підросійських губерній) темпи машинізації зернового виробництва у Катеринославській, Таврійській та Херсонській губерніях (*табл. 1*).

Таблиця 1

Порівняльна вартість машинної праці відносно ручної та рівень застосування с/г машин у господарствах Півдня України

Губернії	Сівба		Жнива		Молотьба		Віяння	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Катеринославська	0,45	31,40	0,49	40	0,63	51	0,56	54
Таврійська	0,40	26,25	0,45	37,84	0,54	18,17	0,42	47,34
Херсонська	-	-	0,69	39,10[2]	0,66	46	0,58	47,70
Середнє	0,43	28,83	0,54	38,98	0,61	38,39	0,52	49,68

Примітка: 1 – відносна вартість машинної обробки до ручної, якщо ручну прийняти за одиницю; 2 – частка орної землі із застосуванням машин, %

Складено за [45, с. 45–46]

[2] У вказаному джерелі наведено цифру 9,10, що, очевидно, є опечаткою (Прим. авт. – *Ч. Н.*).

Згідно даних, наведених у *табл. 1*, цілком очевидним є те, що використання новітньої техніки принаймні удвічі здешевлювало майже всі види сільськогосподарських робіт південноукраїнських господарів. Тож вже наприкінці 1880-х рр. її застосування охоплювало 2/5 орних площ регіону. Порівнюючи із аналогічними показниками по інших українських губерніях, варто зазначити, що господарі Катеринославської та Херсонської губерній найбільш активно упроваджували у вжиток машини для молотьби та провіювання зерна. Останнє пояснюється експортною орієнтацією зернового виробництва та відповідними вимогами з боку покупців.

Господарства поміщиків через фінансову спроможність були апріорі краще укомплектовані арсеналом удосконаленої техніки та обізнані в особливостях її експлуатації, ніж селяни. У Слов'яносербському повіті, приміром, на 1880-ті рр. на кожне поміщицьке господарство припадало у середньому 11 залізних плугів, 4 букери, 2 сівалки, 0,6 молотарок [17, с. 250]. Однак при цьому варто враховувати той факт, що значна частина південноукраїнських поміщицьких земель орендувалася селянами, та й на умовах здольшинного (відробіткового) користування оброблялася все тим же селянським реманентом. У Слов'яносербському повіті на 1880-ті рр. їхня частка становила від ½ до ¾ приватновласницьких посівних площ, що вкрай негативно впливало на якість земельного обробітку та якість ґрунтів [59, отд. 4. с. 39]. Проте порівняно з іншими регіонами упровадження удосконалених знарядь у селянських господарствах із товарно-землеробським спрямування відбувалося більш інтенсивно, що і складало характерну особливість регіону. Звісно, найбільша концентрація спостерігалася у заможної частини селянства. У материкових повітах Таврійської губернії[3] частка останніх була відносно високою та становила 1/5 усіх селянських господарств; вони зосереджували у своїх руках до 90% сільськогосподарських машин і поліпшених знарядь, насамперед жниварок і косарок [31, с. 314–315]. Натомість малоземельні селянські господарства, що становили ½ загальної кількості, володіли тільки 3,6% [61, с. 242]. Аналогічно виглядав розподіл сільськогосподарського удосконаленого реманенту у Катеринославському повіті. На 1898 р. серед місцевих заможних селян-підприємців (власників понад 20 десятин землі) ¾ мали удосконалені плуги, букери та жниварки, а 2/5 навіть придбали власні молотарки [42, с. 136–137].

Як вже зазначалося, необхідність мінімізації залучення найманих працівників до зернового виробництва виступало потужним стимулом подальшої механізації процесу, що не втрачав актуальності й на початку XX ст. Оплата сезонних робітників на півдні України завжди була досить високою: навіть протягом 1906–1908 рр. середня поденна платня під час збирання урожаю зернових (і це зважаючи на високий рівень машинізації у регіоні) становила не нижче 1 руб. із додатковим забезпеченням харчуванням, у той час як в інших українських губерніях була удвічі нижчою та коливалася у межах 0,51–0,65 руб. [73, ч. 2 с. 124–125]. Тож економічна рентабельність заміни

[3] Мається на увазі Дніпровський, Мелітопольський і Бердянський повіти

ручної праці машинною була очевидною. «Немає селянського двору, де вартість живого і мертвого інвентаря не сягала б 150–200 руб.», – зазначалося у повітових довідниках [25, ч. 1, с. 111]. В Олександрівському повіті на кожні 100 десятин орної землі припадало по 5 залізних плугів та букерів, 10 залізних борон, 1 жниварка, 0,1 молотарка, 2,5 віялок, 0,2 сівалки, 4 брички (гарби), що були досить рівномірно розподілені між різними соціальними категоріями сільських господарів [25, ч. 1, с. 110].

Звичайно, якість поліпшених знарядь, що застосовувались у поміщицьких маєтках, була вищою за селянські, однак останні досягли значних успіхів у обсягах їхнього розповсюдження та використання. За рівнем «машинного озброєння» селянські господарства південноукраїнських губерній займали провідні позиції і серед українських, і серед російських в цілому. На 1910 р. частка поліпшених ґрунтообробних машин тут становила вже 93,2%, у той час як по усереднений показник по Європейської Росії був майже утричі нижчий – 32,1%. Кожний дев'ятий сільський господар мав удосконалену сівалку, кожен третій – жниварку, тоді як по 50 губерніях Європейської Росії одна сівалка припадала на 67, а одна жниварка на 25 селянських господарств [61, с. 241].

Значення землеробських машин у господарстві обумовлювалося кількома визначальними факторами: відповідністю до місцевих ландшафтно-кліматичних умов, рівнем продуктивності праці, залученням тяглової сили тварин (коня, вола) та природних джерел (вітру, води, пари тощо), покращенням якості та досконалості виконуваних робіт. Тож варто з'ясувати, які види сільськогосподарської техніки були притаманними для зернового виробництва на півдні України, причини та їх розповсюдження, джерела забезпечення та напрями агротехнічної еволюції протягом п'яти пореформених десятиліть.

2. Видова характеристика сільськогосподарської техніки у зернових господарствах південноукраїнських губерній

Будь-які землеробські роботи, як відомо, розпочинаються із обробітку ґрунту. Тож природно-географічні особливості та цільове використання земельних угідь були основоположними чинниками, що обумовлювали видову диференціацію та пріоритетність землеобробних знарядь певного регіону. У перші пореформені роки найвагоміше місце у господарствах переважної більшості південноукраїнських селян належало так званому «*малоросійському плугу»,* що довгий час утримував славу найкориснішого й найнеобхіднішого у землеробській справі. Він використовувався здебільшого для розорювання толоки під посів пшениці. Термін експлуатації плуга заледве перевищував два роки; перманентно він потребував ремонту, принаймні, покриття леміша металом після стирання. Здебільшого знаряддя продавалися на місцевих ярмарках, а ремонт та виготовлення здійснювався місцевими ковалями та столярами із куплених господарями дерев'яних та залізних частин. Вартість

перших сягала до 3 руб, а дорожчі залізні, як-то *леміш та чересло*[4], купувалися на ярмарках [59, отд. 1 с. 185]. Ціна на малоросійський плуг залежала від розмірів та матеріалу виготовлення (*див. табл. 2*), а ремонт обходився власникові у 1,20 руб. [59, отд. 1 с. 184,186].

Таблиця 2

Гранична та середня вартість основних машин та землеробських знарядь праці у південноукраїнських губерніях у 1870-1890-х рр. XIX ст.

Вид знаряддя	Гранична вартість, руб.	Середня вартість, руб.
Малоросійський плуг	5–15	10
Рало	4–9	6,50
Закордонні плуги Рансома, Сакка	40–85	62,50
Новоросійський («генівський») плуг	30–35	32,50
Букер	60–90	75
Залізний плуг	20–100	60
Борона з залізними зубцями	1,5–4	2,75
Борона з дерев'яними зубцями	0,80–1,5	1,15
Борона залізна	5–25	15
Борона Ельворті 50-зубцева	29	29
Дерев'яний каток	1–2	1,50
Кам'яний 1-кінний каток	2–3	2,50
Воловий каток	3–7	5
Віялка	25–125	75
Жниварка – «лобогрійка»	100–200	150
Сівалка	100–200	150
Молотарка	300–600	450
Косарка	150	150
Зерносушка	50	50

Складено за [14, с. 302; 25, с. 110; 35, с. 15; 58, отд. 4. с. 140; 59, отд. 1 с. 184-185, 221, отд. 4 с. 39]

Оранка однієї десятини землі малоросійським плугом вимагала залучення 1 плугатаря, 1 погонича, 2–4 пар запряжених волів або коней та становила у середньому 1,5 дні, тож для обробітку великих площ заможні селяни були змушені використовувати по 2–3 таких плуги із відповідним збільшенням людського та тяглового ресурсів [58, отд. 4. с. 141]. Відтак, використання такого плуга у підприємницьких великих господарствах було вочевидь справою нерентабельною та завдавало багато клопоту, тому на півдні України він швидко поступився іншим моделям закордонного, а згодом і вітчизняного

[4] *Леміш* – деталь плуга, що у процесі орання підрізає пласт грунту знизу; *чересло* – елемент плуга, вертикальний ніж, розташований перед лемешем, що слугує для вертикального відкраяння скиби від цілини.

виробництва. До того ж, незадовільний обробіток ґрунту у такий спосіб негативно позначався на загальному стані казенних та поміщицьких земель. Адже у Бахмутському повіті у 1880-ті рр. перші майже цілковито, а другі на 11% перебували в оренді саме під селянськими посівами, тож потенційно підлягали обробітку здебільшого малоросійським плугом [58, отд. 2. с. 151–152]. Як наслідок, його використання не влаштовувало ані орендарів, ані орендодавців, тож власники шукали нові аналоги.

Як вже зазначалося, перше пореформене двадцятиліття у південноукраїнських губерніях позначилося небувалим господарським освоєнням нових територій, а відтак активним розорюванням цілинних земель. Саме тому серед населення значного розповсюдження набули масивні плуги англійських фірм «Рансомс і Сакс» (відомі як плуги Рансома) із гвинтовим відвалом та братів Говард (англо-болгарські), позаяк вони були якнайкраще пристосованими для обробітку цілинних степів та твердих перелогів [21; 22, с. 3]. Характерно, що зразком для їх створення слугував південноукраїнський «колоністський» плуг, що ще з 1840-х рр. використовувався у господарствах місцевих німецьких колоністів, однак масового розповсюдження у той час ще не набув. У свою чергу, підвищення попиту у пореформені роки призвело до налагодження вітчизняного виробництва колоністських плугів. Зокрема, у 1875 р. одеський фабрикант Іоганн Ген, який ще з 1854 р. займався виготовленням плугів моделі «сабан» [66, с. 4], удосконалив конструкцію колоністського плуга, що відтепер дозволяла регулювати глибину оранки та запобігала забиванню землею [7, с. 106]. Одно- та дволемішні плуги, що отримали назву «новоросійські», або «генівські», приваблювали місцевих господарів простотою у використанні, міцністю, зручністю ремонту, відносною дешевизною: його вартість становила 30–35 руб., у той час як плуг Рансома можна було придбати за 65–85 руб. [59, отд. 4. с. 39].

Незважаючи на недоліки, притаманні знаряддям ручного виготовлення (неоднорідність гайок, гвинтів тощо), у 1884 р. плуг І. Гена здобув визнання не лише серед споживачів, а й серед фахівців. Першу нагороду він здобув вже у 1884 р. на Одеській виставці, у 1887 р. – малу срібну медаль на Харківській, дві золоті медалі на чергових виставках у Тифлісі й Кишиневі [48, отд. 6А с. 5; 66, с. 6]. Обсяги виробництва плугів на заводі Гена невпинно зростали: у 1880 р. було вироблено 563, у 1881 р. – 976, у 1889 р. – 4 120 плугів [35, с. 14–15].

З метою збереження конкурентоспроможності на південноукраїнському ринку, внаслідок масового переходу місцевих господарів до застосування «генівських» плугів, англійські заводи Рансома, Сімса, Геда, братів Говард також запровадили випуск плугів подібного типу із внесенням незначних покращень. Заходи конкурентів спонукали родину Генів[5] до чергової новації: запровадження відвалів і леміша правильної форми. Таке удосконалення «генівського» плугу остаточно перевершило англійські аналоги, призвело до витіснення закордонних конкурентів та закріплення його панівних позицій на

[5] До справи батька долучилися й сини – Карл та Іоганн-молодший Гени

внутрішньому споживчому ринку у регіоні. В одній тільки Одесі вони виготовлялися на 4 заводах: І. Гена, Я. Гена, Шель, С. Габерштадта [48, отд. 6А с. 5]. Кожен із фабрикантів при цьому шукав свою «родзинку» з метою запобігання конкуренції. Херсонський купець Ісаак Гуревич, власник заводу сільськогосподарських машин у Каховці, приміром, з 1887 р. розпочав виробництво високотехнологічних цілковито металевих (залізних) плугів, що користувалися значних попитом серед заможних власників [18].

Починаючи з 1880-х рр., внаслідок розширення посівних площ та скорочення твердих цілинних земель у південноукраїнському регіоні, застосування масивних плугів втрачало актуальність. Натомість увагу господарів привернули німецькі плуги Рудольфа Сакка, придатні обробітку різноманітних ґрунтів. На відміну від «рамсівського», вони мали бездоганну форму відвала і леміша та меншу вартість – близько 40 руб. [59, отд. 4 с. 39]. Крім того, за умови правильної експлуатації вони були надзвичайно стійкими, через що отримали назву «скороходи» та стали новим взірцем для наслідування місцевих та закордонних виробників [48, отд. 6А с. 5].

Варто наголосити, що використання багатьох різновидів удосконалених ґрунтообробних знарядь праці становило характерну особливість зернового виробництва південноукраїнського регіону. На 1880-ті рр. із 52 власницьких господарств Бахмутського повіту ¼ використовували залізні плуги, що становили 2/3 плугів повіту [58, отд. 4 с. 47]. При цьому вибір власника обумовлювався низкою чинників: ціновою політикою, якістю ґрунтів, доступністю, використання тяглової сили волів чи коней тощо. Приміром, плуг Сакка потребував залучення трьох пар волів, Рансома – чотирьох, новоросійського (генівського) – двох пар волів або 2-3 коней [50, с. 7]. Середня норма для обробітку землі одним удосконаленим плугом визначалася у 50 десятин [59, отд. 4 с. 40]. Це вочевидь було вигіднішим за використання малоросійського.

Крім того, через відсутність певної системи обробітку землі та польового господарства, що мала б досвідне (практичне) або принаймні доцільне теоретичне обґрунтування, власники нерідко вдавалися до застосування відразу кількох видів плугів. Показовою є ситуація у Єлисаветградському повіті, де одночасно можна було зустріти малоросійський дерев'яний плуг, німецький залізний, плуг Сакка, однокорпусний і багатокорпусні плуги Рансома, Говарда, Гена, англо-болгарський плуг Еккерта, трилемішні Ельворті тощо [43, с. 254–269].

Зазначимо, що з 1880-х років як в селянських, так і у власницьких господарствах Півдня України широкого вжитку набули три- або чотирилемішні *букери*, що фактично стали «візитівкою» ґрунтообробних знарядь регіону. Букер являв собою різновид «запашників-лущильників», що використовувався для поверхневої оранки, лущіння та закладання насіння, тож функціонально у селян він витіснив одночасно малоросійський плуг та рало. Букер відрізнявся від багатокорпусного плуга спрощеною конструкцією: складався з рами на чотирьох колесах, до якої на залізних квадратних стійках прикріплювали відвали неправильної форми [73, ч. 2 с. 194–195]. Знову ж таки, його розповсюдження серед місцевих господарів розпочалося з колоністських

поселень. За порівняно невисоку ціну місцеві господарі купували та лагодили букери на численних майстернях й механічних заводах, що знаходилися в німецьких колоніях. Тож німці-поселяни були не лише основними постачальниками та популяризаторами дешевих удосконалених знарядь праці, а й забезпечували послуги щодо їхнього ремонту й обслуговування, що на селі мало неабияке значення. Заможні власники використовували більш дорогі та якісні фабричні букери місцевого виробництва, які, до речі, мали змогу придбати і селяни за посередництвом земств на пільгових умовах оплати або у кредит безпосередньо у виробників [57, с. 275].

Використання букера у степовому регіоні мали певні переваги, привабливі для власників. Зокрема, оранка букером обходилася господарям материкових повітів Таврійської губернії удвічі дешевше, ніж звичайним плугом. Його продуктивність становила 2–3 дес. на день, що іноді (залежно від ґрунтів та якості самого знаряддя) учетверо перевищувала показники при використанні звичайного плуга [19, с. 219–220; 54, с. 5–6]. До того ж, букер поєднував у собі функції двох (плуга і рала[6]), а то й трьох (ще сівалки, про це мова йтиме далі) знарядь, що скорочувало усю посівну кампанію у 4–5 разів [44, с. 222].

Зважаючи на той факт, що сільські господарі прагнули мінімізувати використання найманої праці (як джерело видатків) та засіяти якомога більше площі, букер посів вагоме місце серед сільськогосподарського реманенту Півдня України. «Всі почали купувати букери – трилемішні плуги олександрівських і хортицьких заводів. Майже кожний селянин купує букер, а економії – десятками», – звітували місцеві підприємці [1, с. 110]. Його іменували «царем полів», а серед херсонських господарів певний час притримувалися думки, що оранка букером була атрибутивною ознакою гарного господаря [14, с. 303].

Безперечно, використання букера у такий спосіб мало свої недоліки, що з кожним десятиліттям ставали наочнішими, як-то: глибоке захоплення землі при оранці та її перевертання, ваговитість, незграбність тощо. В. Черняєв зазначав, що місцеві господарі «зловживали» його універсальністю, використовуючи і для розорювання під посіви ярових культур, і для посіву озимих культур під плуг, без попереднього обробітку ґрунту, традиційно покладаючись «на погоду та якось буде» [70, с. 93]. Поступово, із формуванням певного рівня агротехнічних знань, на Катеринославщині повсюдне застосування букерів уповільнилося; господарі воліти мати в арсеналі й інші види плугів, оскільки перші сприяли значному розповсюдженню бур'янів [25, ч. 1 с. 110]. Однак в цілому протягом усього досліджуваного періоду попит на букери, попри недоліки, зберігав певну усталеність. Тому місцеві заводчики опікувалися їх удосконаленням: регулювання глибини оранки, удосконаленням сівалок тощо [73, ч. 2 с. 195].

[6] Плуг на півдні України використовувався лише для розорювання першого перелогу під перший посів

Тенденція до повсюдного забезпечення господарств півдня України покращеними ґрунтообробними знаряддями, що в цілому наприкінці XIX ст. досягло позитивного результату, на початку нового століття трансформувалася у необхідність якісних змін у системі землеробства, а відтак – у сільськогосподарській техніці. Тож і землероби-підприємці, і виробники сільськогосподарських машин мали відповідати новим запитам внутрішнього та світового ринку. У 1909 р. І. Ген-молодший придбав маєток під Одесою, де здійснювалися випробування нових машин, зокрема, нових багатолемішних (багатокорпусних) плугів, які користувались особливо великим успіхом. До 1912 р. фірма «Гени» нараховувала 1 200 робітників, щорічно випускала 80 тис. плугів, 30 тис. борон, 6 тис. жаток, 3 тис. сівалок. У 1911– 1912 роках товарообіг підприємства складав 2 млн. крб. «Генівські» плуги черговий раз витримали натиск закордонних конкурентів – принаймні, з орним приладдям Еберхарда й Зака, що імпортувалися з Німеччини, оскільки їхня конструкція, попри новації, традиційно була налаштована на врахування господарських вимог господарів степового регіону [66, с. 7].

Відтак, при зростанні внутрішнього виробництва та споживання, кількісний імпорт плугів у XX ст. залишався незмінним/ Адже вітчизняні заводчики досягли значних успіхів у виробництві як колоністських та селянських плугів, так і аналогів популярних західноєвропейських закордонних, що були оптимально адаптовані до місцевих умов обробітку ґрунту. Беззаперечне лідерство у виробництві плугів залишалося за підприємством І. Гена, де виробництво плугів досягло навіть 100 тис. на рік [73, ч. 2 с. 134].. Також успішними та гнучкими щодо ринкових запитів визнавалося потужне підприємство Дж. Грієвза у Бердянську[7]. На виставці у Катеринославі (1910 р.) із виставлених 600 експонатів сільськогосподарських машин 108 були представлені плугами. Високу оцінку серед фахівців здобули плуги західноєвропейського «культурного» типу на кшталт німецьких плугів Сакка, які вирізнялися з-поміж вітчизняних використанням високоякісної тришарової панцирної сталі. Дійсно, невисока якість металу, що надходила від основного постачальника – Дніпровського металургійного заводу, була єдиною «слабиною» плугів місцевого виробництва. Проте ситуація покращилася зі скасуванням у 1909 р. мита на панцирні відвали для плугів [35, с. 49]. Відтак, колоністські та сакківські плуги залишалися найпопулярнішими на півдні України, а їхня вартість протягом усього пореформеного періоду; їхня вартість навіть знизилася і на 1910 р. становила відповідно 20 і 25 руб. [73, ч. 2 с. 143].

Загалом фабричне виробництво плугів в Росії на 1908 р. склало 350 тис. штук на суму 7,138 млн. руб. Порівнюючи із виробничими обсягами одного заводу І. Гена, маємо, що вони становили принаймні 1/5 загальноросійського [10, с. 133]. Натомість було імпортовано плугів на 4,280 млн. руб. – переважно складних моделей «нового покоління», які не ще випускалися на місцевих заводах [35, с. 48]. Справжнім технічним винаходом були багатокорпусні

[7] ТМ «John Greaves» (м. Бердянськ) і сьогодні є провідним українським виробником сільськогосподарської техніки. URL: https://john-greaves.com/ru/company/

парові плуги, які могли обробляти по 5 десятин на день та коштували від 500 рублів. Приміром, продуктивність 9-лемішного гіганта з 35-сильним паровим двигуном компанії «Адванс», за словами виробників, становила 15 десятин на день при рівні витрат 2,50 руб. на десятину. Його ціна була також ж фантастичною й становила 2 100 руб., яка, тим не менше, не відлякувала заможних підприємців [73, ч. 2 с. 143].

Другим ґрунтообробним знаряддям, без якого не обходилося жодне господарство, була борона. Показово, що у перші пореформені роки загальна кількість плугів і борон, що належали селянину, виступала певним мірилом його матеріального статусу. Так, общини колишніх державних селян вважали господаря заможним за умови наявності 2–3 плугів та 4–8 борон на двір, а до середніх відносили селянина з 1 плугом і 4–5 боронами. Натомість у колишніх поміщицьких селянських общинах до заможних відносили власників 5–6 плугів з 12 боронами, а до середніх – 3 плугів з 8 боронами [59, отд. 1. с. 187].

Дійсно, кількість борон у господарствах була значною: у приватних власників Слов'яносербського повіту у середньому припадало 46 одиниць на господарство [59, отд. 4 с. 41]. Це пояснювалося як простотою її конструкції, так дешевизною (*див. табл. 2*). Характерно, що до поч. ХХ ст. удосконалені фабричні борони майже не використовувалися, адже основа у вигляді дерев'яної рами із з 3–4 поперечинами виготовлялася самими господарями, а залізні зубці (2–3 десятки) – місцевими майстрами. У прості борони впрягали пару волів або 1–2 коней, у подвійні відповідно удвічі більше худоби. Продуктивність 1 простої борони із залізними зубцями становила ½ десятини на день, а термін її експлуатації міг становити 2–5 років.

Стереотипні уявлення про відсутність інтересу до покращених борон з боку сільських господарів мали наслідком низький відсоток їх виготовлення місцевими заводами. Як приклад, у 1912 р. фірма «Гени» випустила 30 тис. борон, що у 2,6 разів менше за виробництво плугів [66, с. 7]. Співвідношення господарської потреби у цих знаряддях при цьому було зворотнім. Дані щодо імпорту за першу декаду ХХ ст. засвідчували, що при кількісній усталеності імпорту плугів, попит на удосконалені борони зріс у 30 разів [73, ч. 2 с. 134]. Фабричне виробництво борон було майже відсутнім, у той час як обсяг імпорту складав понад 1,5 млн. на рік. Тож місцевим заводчикам варто було надолужити цю прогалину вітчизняного сільськогосподарського машинобудування, спричинену, на думку сучасників, «недбалістю та неуважністю», «рутиною та невмінням міркувати відповідно до ринкових запитів» [73, ч. 2 с. 143].

Екстенсивний розвиток та товарна спрямованість зернового виробництва південноукраїнського регіону обумовила швидкі темпи механізації етапу збирання зернових культур, що протягом 1870–1880-х рр. повсюдно охопила і власницькі, і селянські господарства.

Цікаво, що перші американські жниварки Мак-Корміка потрапили до Росії ще в середині XIX ст., через 10 років після апробації на батьківщині. Першим вітчизняним покупцем у 1855 р. став херсонський поміщик К. К. Гербель, який ввіз до Росії придбані на Паризькій виставці три екземпляри

вартістю 850 франків за одиницю [29, с. 58]. Однак значного розповсюдження у регіоні вони не набули: заможні власники, попри придбання десятків одиниць жниварок, не застосовували їх через часті поломки, недотримання правил експлуатації, відсутність майстрів, достатньо міцних коней у якості тяглової сили тощо [29, с. 60]. У пореформений період ситуація зазнала кардинальних змін, адже період жнив був обмежений двома тижнями, протягом яких господар мав встигути зібрати зерно, доки воно не перестигало й не осипалося на полі. За таких обставин власники потрапляли у цілковиту залежність від найманих працівників, яких О. Ярошко називав «господарями становища», адже під час жнив ціни на найману працю неймовірно зростали, становлячи від 2 до навіть 16–17 руб. за десятину [75, с. 4–6]. «Іноді вигідніше буває залишити хліб в полі, зовсім не збираючи його, аніж заплатити те, що вимагають робітники», – жалілися господарі [37, с. 422]. За таких умов використання машинної праці виступало єдиною панацеєю у вирішенні проблеми надзвичайної дорожнечі зернозбирання та нестачі робочих рук.

До того ж, переваги жниварки були очевидними. ЇЇ продуктивність при двох парах коней становила від 4,5 до 6 десятин на день, що еквівалентно роботі 20–30 косарів [37, с. 422]. Додатковими «бонусами» слугувало більш якісне за ручне зжинання, мінімізація втрати зерна на полі тощо.

Серед проблем, що уповільнювали темпи розповсюдження жниварок у 1870-х рр. у регіоні, насамперед варто назвати їх високу вартість (*див. табл. 2*), відсутність мережі безпосередніх виробників та майстерень, непристосованість закордонної техніки до місцевих умов, що призводило до частих поломок. У Слов'яносербському повіті на 52 приватні господарства припадало по 30 одиниць жниварок і сінокосарок [59, отд. 4 с. 39]. У численних повідомленнях кореспондентів наголошувалося, що жниварки і молотарки були наявними як у поміщиків, так і селян, а подальше поширення гальмувалося «ускладненнями з придбанням, бо доводиться виписувати через треті руки...» [61, с. 240]. Однак висока витратність ручного збирання зернових та нестача робітників була «більшим злом», аніж придбання машин. Тож місцеві господарі прагнули до їх використання у різний спосіб: «Заможні селяни купують жатки, а бідні – винаймають або купують в складчину», – так описували господарі способи залучення жниварок до збору врожаю у власних господарствах [1, с. 113]. Тож хоча на 1880-ті рр. покупцями виступали переважно заможні власники, користувачами були всі. Розповсюдженою була практика здавання жниварки в оренду після збирання власного урожаю, або навіть перепродаж, що міг здійснюватися 3–4 рази за сезон. «Тут можна спостерігати єдине у своєму роді видовище: допоки бачить око – всюди працюють одночасно десятки і сотні жнивних машин», – так описував місцевий власник пан Шавров жнива на півдні України [19, с. 222].

Селяни-власники жниварок в Таврійській губернії започаткували навіть цілий «жниварний бізнес»: по закінченні збирання врожаю на власному полі вони пропонували послуги в північніших повітах (у тому числі на Катеринославщині), де жнива розпочиналося пізніше [61, с. 238].Така практика отримання прибутку отримала поширення із 1888 року [72, с. 158]. За

визначенням О. Ярошка, у 1892 р. місцеві селяни зі своїми жниварками «…вбили конкуренцію артілей поденщиків» [75, с. 5]. Показово, що у маєтку Фальц-Фейнів на 1893 р. із 1100 залучених для збирання врожаю жниварок 1000 належала власне селянам. Оренда жниварки приносила останнім прибуток у 2 руб. або 2,50 руб. – із додатковим складанням у копиці [29, с. 63].

Непересічне значення у процесі тотальної механізації жнивних робіт у регіоні стало налагодження виробництва жниварок на південноукраїнських підприємствах. Жниварки, більше відомі серед місцевих господарів як «лобогрійки», були якнайкраще адаптованими до місцевих кліматичних умов; без перебільшення їх можна вважати черговою «візитівкою» як системи зернового господарювання, так сільськогосподарського машинобудування регіону.

Починаючи з 1870-х рр., на півдні України значного розповсюдження набула жниварка з хортицьких колоній німецьких поселенців, що дозволяла за день зібрати зерно з 6 десятин [19, с. 219–220; 54, с. 5–6]. Тож цілком логічним є те, що випуск перших жниварок «колоністського типу» започаткували саме місцеві німецькі колоністи П. Лепп і А. Вальман у 1874 р. у механічній майстерні (с. Хортиця Катеринославської губернії) [24, с. 7]. Ці машини мали наближену до застарілої моделі Вуда конструкцію, де зберігалося ручне скидання хліба з платформи (без самоскидального апарату). «Лобогрійки» відразу отримали надзвичайну популярність серед місцевих господарів та зберігали провідні позиції у регіоні протягом усього пореформеного періоду. Вже у 1879 р. у Хортиці було виготовлено 370 жниварок, у той час як у Росії їхнє виробництво заледве розпочиналося [70, с. 93].

Цікаво, що представник заводу Вуда, відвідавши південь України у 1888 р., був украй здивований такому успіху застарілої машини, що вже давно не використовувалася за кордоном. Насправді ж розповсюдження «лобогрійок» було характерним виключно для південноукраїнських губерній та означувалося специфікою місцевого господарювання. Вони мали просту, зручну для користування та ремонту конструкцію, високу продуктивність, порівняно із закордонними низьку вартість (*див. табл. 2*). До «секретів успіху» виконуючий обов'язки британського віце-консула Грін відносив також відсутність аналогів, адаптованість до місцевих умов, легкість та можливість використання я якості тяглової сили невеликих коней місцевих порід [39, с. 18; 40, с. 125]. Ці фактори значною мірою сприяли розширенню кола споживачів за рахунок дрібних сільськогосподарських виробників. До обслуговування жниварки під час роботи було залучено 2 чоловіки: перший керував кіньми, а другий скидав скошений хліб граблями. Робота останнього була дуже важкою; на чолі працівника постійно виступав піт, що й обумовило назву машини: «лобогрійка», а ще «чоло- або чубогрійка».

Характерно, що до початку ХХ ст. закордонні модернізовані жниварки не привертали увагу місцевих господарів, позаяк були невідповідними до потреб їхніх господарств. Адже особливість системи зернового виробництва Півдня України полягала у тому, що хліб через його низькорослість переважно не в'язали у снопи, а після просушування копнували, скирдували та молотили.

Тому популярні на Заході та США снопов'язалки (на кшталт удосконаленої жниварки Вуда, 1873), що до того ж потребували спеціального зв'язувального шпагату з США, тут були непотрібні.

Тож місцева «лобогрійка» цілком задовольняла потреби місцевих господарів: дозволяла замінити роботу десятків найманих працівників, унормувати ціни на найману працю, заощадити значні кошти. Її використання обходилося власнику у менш ніж 1 руб. з дес. До того ж, її вартість була у 1,5 рази нижчою за закордонні жатки зі самоскидальним апаратом та у 2,5 рази – зі снопов'язальним. Натомість продуктивність «лобогрійки» становила 7 десятин на день, у той час як означених американських машин відповідно 4,5 та 6 дес. [29, с. 62–63; 35, с. 16]. Як правило, самоокупність закордонних жаток у місцевих господарів припадала на третій рік експлуатації, а «лобогрійка» окупалася вже за перший рік, а в урожайні роки навіть приносила власнику чистий прибуток до 40 руб. [27, с. 803].

Варто додати, що без синдрому «перший млинець нанівець» у вітчизняному виробництві жниварок також не обходилося. Приміром, бахмутський підприємець І. Єнін жалівся на різні «порчі й поломки», що траплялися зі жниваркою фірми «Лепп і Вальман», тож виробники завбачливо надіслали додатковий комплект деталей із ковкого чавуну. [27, с. 802–803]. Однак ці недоліки (як і в ситуації з плугами) радше були викликані незадовільною якістю металу, аніж конструкції, тож поступово їх вдалося уникнути, а очевидні переваги жниварки сприяли зростанню споживацького інтересу.

Цікаво, що один з найбільших виробників жниварок на Півдні України Дж. Грієвз спробував у 1880-х рр. налагодити випуск жниварки «Ластівка» – видозміненої моделі Мак-Корміка, однак такої популярності, як «лобогрійка» вона не здобула та отримала у 1887 р. бронзову медаль радше у якості заохочення [48, отд. 6 А с. 11].

Зростаючий попит на вироблені на заводі Леппа і Вальмана жниварки сприяв становленню в південноукраїнському регіоні нових виробничих осередків. На 1880-ті рр. нараховувалося до 2 десятків підприємств із випуску недорогих «лобогрійок», які щорічно продавали десятки тисяч машин [57, с. 278]. З 1880-х рр. потужним осередком виробництва удосконалених жниварок став завод Дж. Грієвза у Бердянську, що поступово витіснив з ринку закордонні жниварки Вуда [3, с. 3]. Вже на поч. 1890-х рр. тут щорічно конструювали щонайменше 3 тис. жниварок , а на початку ХХ ст. обсяги виробництва сягнули 20 тис. [79, p. 37–38; 39, с. 17–18].

У 1894 р. на 42 машинобудівних підприємствах Півдня України було випущено майже 29 тис. жниварок [35, с. 32]. У 1908 р. у регіоні було вироблено вже 40 тис. машин загальною вартістю понад 5 млн. руб., що становило 96% загальноросійського виробництва [35, с. 16–17; 73, ч. 2 с. 184]. О. Ярошко, описуючи один із найбільших у регіоні каховський ярмарок, відзначав, що «лобогрійки», попри їх посилене виробництво у регіоні, «розбиралися щорічно усі нарозхват» [74, с. 28].

Дійсно, специфіка зернового виробництва південноукраїнських губерній полягала у тому, що і виробництво, і споживання «лобогрійок» було орієнтоване виключно на внутрішні регіональні потреби, адже вони були непристосованими до господарських умов інших українських губерній (Рева, И. 1898, ч. 2 отд. А с. 32). Натомість ареал їх застосування дещо розширився за рахунок переселенців з південних губерній Росії, які у 1910 р. зі складів Переселенського управління придбали 3,7 тис., у 1912 р. – 4,7 тис. «лобогрійок» через «значну до них звичку» [67, с. 266–267]. Така шалена популярність спонукала закордонні заводи (Адріанс Платт в США, Леніг в Німеччині) до випуску лобогрійок, однак через вітчизняну конкуренцію та локальну обмеженість збуту ці заходи не мали успіху.

Натомість з початку XX ст. господарські запити місцевих представників «зернового бізнесу», як вже зазначалося, зазнали якісних змін. Скасування у 1898 р. ввізного мита на сільгоспмашини, що не вироблялися в Росії, сприяло появі на ринку жниварок-снопов'язалок та жниварок-самоскидок «нового покоління», що вже виявилися цілком придатними для збирання місцевих врожаїв. Порівняно із «лобогрійками», вони були витривалішими та зручнішими в експлуатації, виконували важку роботу замість скидальника та полегшували працю в'язальниць, тож упевнено набували популярності по всіх куточках Росії [8, с. 396]. Якщо протягом 1899–1904 рр. кількість ввезених жниварок і сінокосарок практично не змінилася, то протягом 1905–1909 рр. поступально зросла у понад 5 разів [73, ч. 2 с. 184].

З метою збереження потенційних покупців, власники відомих місцевих підприємств Дж. Грієвс та брати Р. і П. Ельворті ще наприкінці XIX ст. розпочали налагоджувати виробництво самоскидальних жниварок. Найбільшим виробником був завод Дж. Грієвза, де обсяги їхнього виробництва за 10 років хросли у 43 рази і становили: у 1900 р. – 25 шт., у 1902 р. – 300, у 1905 р. – 400, у 1907 р. – 725, у 1909 р. – 1075 шт. [35, с. 56]. Серед південноукраїнських господарств нова модель не отримала широкого вжитку, тож серійне виготовлення (за зразком американського заводу Дірінга) здійснювалося переважно на замовлення Переселенського управління.

Загалом з поч. XX ст. справа вітчизняного виготовлення землеробських машин, спроможних конкурувати із закордонними «складними» новинками, значно ускладнювалася важкодоступністю матеріалу для виготовлення, зокрема, ковкого чавуну, що постачався з-за кордону за високим митним тарифом. Тож вироблена продукція апріорі виглядала неконкурентоспроможною, що у свою чергу не викликало намірів місцевих заводчиків вдаватися до масового виробництва. Щоправда, оцінка якості самоскидальних жниварок Дж. Грієвза порівняно з американським аналогом була неоднозначною: В. Ю. Ган вказував на певні технічні переваги вітчизняної продукції, а завідувач бюро Вченого комітету головного управління землеустрою та землеробства С. Ленін зазначив, що ці жниварки не виправдали сподівань Переселенського Управління [35, с. 56–57].

Відтак, на півдні України у широкому вжитку залишалися «лобогрійки» усталеної простої конструкції, за якими селянам простіше було доглядати та

ремонтувати. Адже складність будови закордонних машин вимагала ретельного догляду та технічних знань; за переконанням професора Д. Д. Арцибашева, значна частина господарів розчаровувалася в них через відсутність навичок догляду за знаряддями та технічних знань [8, с. 396]. Тож можливість розповсюдження жниварок-самоскидок він вбачав лише за умови переходу до вузькоспеціалізованого цільового виробництва, «як ми це бачимо за кордоном», та пристосування до вимог вітчизняного господарювання [8, с. 396].

Молотьба зерна у південноукраїнських господарствах вимагала значних часових витрат, наявності великої площі (току) під відкритим небом, куди спеціально звозили хліб та спочатку залишали для висушування. Найбільш розповсюдженими знаряддями обмолоту здавна були ціпи та кам'яні (кінні та волові) катки. Ціпи виготовлялися самими селянами та використовувалися для обмолоту жита та іноді вівса. Катки для обмолоту пшениці виготовлялися із дерева та каменю-піщаника, мали циліндричну форму довжиною 1,5–2 аршини та діаметром до 1 аршину[8]. По радіусах на поверхні циліндра розміщували паралельно від 4 ринв у вигляді зубців – «бичів». По центру знаходився отвір для вісі з водилом для впрягання коней чи волів. Строк експлуатації катків сягав 10 років, а заможні селяни мали принаймні по 2–3 катки [59, отд. 1 с. 220].

Отриманий у такий спосіб хліб вирізнявся наявністю різноманітних домішок, що при переході до експортного зернового виробництва було неприпустимо; окрім того, при ціпній молотьбі невимолочене зерно становило до 10%. Тому розповсюдження молотарок було характерним і для великих, і для дрібних господарств регіону [37, с. 422]. Вже у перші пореформені роки, за висловом В. Горячкіна (1905а), «царство ціпа вже похитнулося», віддаючи першість молотаркам [21, с. 2].

Відтак, застосування машинної молотьби у південноукраїнському регіоні розпочалася ще з 1830-х рр. і, знову ж таки, стартувало з німецьких поселень. Молочанські колоністи конструювали машини за шведським типом, з якими зустрічалися в Пруссії. А беззаперечні переваги молотарок відразу привернули увагу місцевих поміщиків: одному Слов'яносербському повіті у 1842 р. нараховувалося понад 60 екземплярів місцевого виробництва [35, с. 4].

Показово, що молотарки чи не найшвидше розповсюджувалися у регіонах ринкового хліборобства. На півдні України уже в перші пореформені роки майже всі поміщицькі господарства були «озброєні» кінними, а то й паровими молотарками [17, с. 250]. Проте, на відміну від жниварок, їхніми власниками до XX ст. виступали переважно заможні підприємці. Їхнє придбання значно гальмувалося високою вартістю (*див. табл. 2*): за свідченням одного селянина, американська 4-кінна молотарка обійшлася йому у 400 руб. [59, отд. 1 с. 221]. Тому у місцевостях із домінуванням дрібних селянських господарств, як-то у Бердянському повіті, їх було небагато. До того ж, деякі господарі вважали якість зерна та корму для худоби, отриманого за традиційною методою, навіть кращою за технологію парових молотарок [39, с. 360; 40, с. 126].

[8] Аршин = 0,71 м

Тим не менше, посилений попит на машинний обмолот сприяв становленню на півдні України нового напряму отримання прибутку, а саме здавання молотарок в оренду після обробітку свого зерна «за поденну плату» [61, с. 239]. У доповіді валуєвської комісії від 1872 р. йшлося, що «з'явилися навіть промисловці, які, не маючи власного господарства, держали парові молотарки для надання їх в оренду»[9]. Здавання в оренду молотарок перетворилося на вихідне додаткове, а то й основне джерело прибутку підприємливих власників. Заможні селяни прагнули винаймати парові молотарки у сусідніх маєтках, коли їхні господарі закінчували молотьбу власного врожаю. Доба винаймання 10-сильної молотарки обходилася у 50–60 руб.: при цьому чистий прибуток власника становив 30–40 руб., а видатки на опалення, технічне обслуговування та оплату найманих робітників становили 1/3 отриманої суми. Оренда молотарки меншої потужності становила від 25 руб.; за домовленістю орендар міг розрахуватися часткою обмолоченої продукції, що становила від 1/5 до 1/10 зерна [59, отд. 1 с. 221]. Кінні молотарки винаймалися рідко, позаяк обмолот обходився дорожче, а якість та продуктивність була нижчою.

Відтак, враховуючи той факт, що за сезон власник міг здати в оренду молотарку принаймні 4 господарствам, вартість машини швидко окупалася. Орендна практика сприяла подоланню «високовартісного бар'єру» та сприяла розповсюдженню та експлуатації молотарок у південноукраїнських господарствах. Так, у 1884–1886 рр. у трьох із шести повітів Херсонської губернії нараховувалося 435 парових молотарок, у 1895 році – удвічі більше, а у 1897 р. – вже 1 150 одиниць [12, с. 33][10].

Принагідно зазначимо, що південноукраїнські господарі надавали перевагу паровим молотаркам перед кінними, продуктивність та якість обробки зерна була значно вищою: «Горохоподібна купа непровіяного зерна набридла нашим господарям», – зазначав В. І. Мезенцов [48, отд. 6 А с. 14]. У регіоні набували популярності закордонні парові молотарки Рустона і Проктора, Марешаля, особливо Клейтона і Шутльворта, що майже повсюдно витісняли кінні (5:1). Тож місцеві власники випускали продукцію наближеного типу з урахуванням запитів господарів. У 1880-х рр. найбільш високою репутацією через надійність користувалася 8-кінна більна молотарка з механічним приводом Леппа і Вальмана, нагороджена золотою медаллю, незважаючи на дещо застарілу конструкцію Також тут намагалися налагодити випуск молотарок на зразок Клейтона [48, отд. 6 А с. 13, 27].

За 20 років (1874–1895 рр.) кількість молотарок, вироблених в українських губерніях, зросла у 3,2 рази та склала 1 964 одиниць. На поч. ХХ ст. на українські землі припадало 4/5 загальноімперського виробництва молотарок [73, ч. 2 с. 163]. Загалом кількість та якість вітчизняних молотарок цілком

[9] Доклад высочайше учрежденой Комиссии для исследования нынешнего положения сесльского хозяйства и сельской производительности в России (под председательством министра \валуэва): Журналы Комиссии. СПб: Тип. товарищества «Общественная польза», 1873. С. 2.

[10] Це без урахування кінних молотарок (*Прим. авт. – Ч. Н., Щ. Д.*)

задовольняли попит землеробів, тож рівень імпорту на даний вид машин до кінця XIX ст. залишався незмінним. У 1908 р. було виготовлено вітчизняних молотарок на суму, що перевищувала імпортну утричі [73, ч. 2 с. 161–162]. Однак в умовах європеїзації ринку, зміни ринкової кон'юнктури вподобання великих власників схилилися у бік удосконалених закордонних молотарок. За висловом Л. Б. Кафенгаузена, попит на молотарки «значно змінив свій зовнішній вигляд, у той час як внутрішнє виробництво зросло тільки у якісному сенсі» [35, с. 35]. Це знайшло прояв у зростанні імпорту складних молотарок американського типу: у 1900 р. порівняно із 1898 р. він збільшився у 5 разів, а протягом 1-ї декади XX ст. – ще у 1,5 рази [35, с. 4; 73, ч. 2 с. 161]. Тож провідні південноукраїнські підприємства, як-то АТ Ельворті, прийняли виклик і розпочали випуск аналогів даної техніки.

Сівалки як різновид землеробських знарядь праці, на відміну від жниварок та молотарок, набули повсюдного розповсюдження серед південноукраїнських господарів лише наприкінці XIX ст., проте поступово здобули друге (після плугів) місце за кількістю виготовлення у регіоні. Враховуючи засушливий степовий клімат, для господарів було вкрай важливо якомога швидше висадити зерно у вологий ґрунт, тож використання сівалок почасти виступало запорукою високого відсотку зернових сходів та гарних врожаїв.

У перші пореформені роки селяни користувалися або самотужки виготовленими примітивними знаряддями, або взагалі практикували ручний засів: за день вправний селянин міг засіяти від 4 до 5 десятин на день, які до того ж необхідно було відразу заволочити за допомогою борони [59, отд. 1 с. 196]. Натомість поміщики купували закордонні, однак спроби експлуатації останніх, навіть зручних і досконалих, через непристосованість до місцевих ґрунтів не приносили бажаного результату. Так, сівалки Р. Сакка були ефективними лише на гарно оброблених, очищених від бур'янів землях, що для степової зони було не характерно. Це спонукало місцевих заводчиків налагодити виробництво аналогів, підлаштованих під місцеві умови. На заводі Леппа і Вальмана виробляли сівалки за американською системою Гузієра, що виявилися більш придатними для півдня України [48, отд. 6А с. 8–9]. Також користувалися попитом розкидні сівалки Еккерта, що отримали схвальні відгуки на виставці 1887 р. [48, отд. 6А с. 8–9]. За допомогою розкидної сівалки господарі засівали від 10 до 12 дес. на день (10 робочих годин), тобто у 2–3 рази більше, ніж вручну. До того ж машина здійснювала рівномірне закладання зерна навіть за вітряної погоди, що було вкрай важливим для вітряної степової зони [37, с. 422]. Зауважимо, протягом першого пореформеного двадцятиріччя у господарствах використовували здебільшого розкидний тип сівалок; рядковий же тип тільки набував популярності, тож співвідношення у господарській експлуатації становило 5:1 [59, отд. 4 с. 41].

Однак вже з 1880-х рр. південноукраїнські господарі вподобали рядкові сівалки, які поступово посіли першість у використанні та місцевому виробництві. Їхня експлуатація порівняно із ручною працею дозволяла заощадити до 50–60% посівного матеріалу та час посівних робіт. За умови

залучення 3 працівників та 2 коней, продуктивність рядкової сівалки прирівнювалася до ручної праці 4 працівників та 7–8 коней [73, ч. 2 с. 147–148].

Популяризації сівалок серед населення також сприяв винахід німецьких переселенців. З метою економії часу, рівномірного та раціонального розподілу насіння в німецьких колоніях почали прикріпляти сівалки до букера. Така практика поступово розповсюджувалася і у селянських господарствах. Підвищений попит породив і пропозицію: подібні «варварські машини», як їх іменували закордонні механіки, почали випускати на заводах Дж. Грієвза. Принцип дії полягав у тому, що зерно із сівального ящика системи Ріда потрапляло під сошник і засипалося землею з-під сошника, що йшов позаду. Тож такий спосіб уможливлював посівний процес без попередньої оранки, що практикувалося у краї. Господарів приваблювала економія часу, а також закладання зерна на певну глибину, що вигідно вирізняло букерну сівалку з-поміж розкидних [48, отд. 6А с. 10].

Заводські сівалки набули повсюдної популярності з 1890-х рр., коли на підприємствах Р. та Т. Ельворті в м. Єлисаветграді вдалося удосконалити існуючі моделі сівалок та створити спрощений тип відповідно до місцевих умов. Так, розроблена тут сівалка, відома у подальшому як «сівалка Ельворті», характеризувалася придатністю до експлуатації в дощову погоду та на ґрунтах різного ґатунку. За аналогією з «лобогрійками», вона мала шалений успіх та почала масово вироблятися на місцевих заводах, витіснивши закордонні до початку ХХ ст. За усередненими даними, виробництво сівалок у Росії протягом 1899–1901 рр. ушестеро перевищувало імпорт [35, с. 34]. А завод братів Ельворті здобув славу найбільшого в Росії виробника посівної техніки [12]. Так, у 1913 р. виробництво сівалок тут становило 2/5 загальної вартості виробленої продукції[11]. Крім того, значним попитом користувалися легкі однокінні 7-рядні сівалки з анкерними сошниками, передкові двокінні 11-рядні сівалки з анкерними і 12-рядні з дводисковими сошниками [51, с. 45]. Наприкінці XIX ст. особливу популярність здобула користувалася 11-тирядна анкерна розкидна сівалка «Росія» з поліпшеними сошниками і котушковими висівним апаратом, з удосконаленим пристроєм для занурення сошників в ґрунт. Завдяки своїм високим технологічним властивостями, що забезпечував рівномірність висіву та глибокого закладання насіння, сівалка неодноразово була відзначена нагородами на великих виставках-продажах; її випуск тривав до 1927 г. [7, с. 106; 51, с. 46]. Д. Д. Арцибашев стверджував, вона стала зразком для виготовлення сівалок низки закордонних виробників.

Попит на сівалки з початку ХХ ст. невпинно зростав. У 1908 р. в Росії було виготовлено 76 тис. сівалок, а ввезено 44 тис. Однак попит все ж перевищував пропозицію, яку місцеві виробники не встигали задовольняти, тож протягом 1907–1909 рр. імпорт сівалок зріс удвічі [73, 1912, ч. 2 с. 147–148]. За

[11]Державний архів Кіровоградської області (далі – ДАКО). Ф. 331. Оп. 1. Спр. 235. Арк. 16-20

таких обставин налагодження спеціалізованого випуску сівалок на виступало нагальним завданням для місцевих заводчиків.

Аналогічною виглядала ситуація із використанням та, відповідно, забезпеченням південноукраїнських господарів зерноочисним приладдям. Переважна частина сільських господарів не опікуватися удосконаленням очищення зерна після обмолоту та здійснювали цей процес за допомогою лопати і вітру. Однак експортна орієнтація зернового виробництва регіону зумовила необхідність отримання зерна без домішок і, відповідно, призвела до поширення віялок. Проста конструкція, відносно низька вартість (*див. табл. 2)* та можливість віяти зерно повсякчас і за будь-якої погоди сприяли швидкому поширенню віялок у регіоні. Джерелами їх розповсюдження серед населення слугували господарства приватних власників, німецькі поселення та склади імпортованих сільськогосподарських знарядь праці [58, с. 142].

Найбільш розповсюдженими на півдні України були віялки колоністського типу, що за усталеним зразком виготовлялися кустарним способом на місцях. Нерідко ними користувалися не лише власники, а й інші селяни общини, переважно за натуральну або грошову оплату, що складала у середньому 1 руб. на день. Тож шляхом оренди віялка вартістю у 50 руб. не лише могла окупитися вже за рік, а ще й принести власнику до 20 руб. чистого прибутку [59, отд. 1 с. 223].

Наприкінці XIX ст. кустарне виробництво віялок доповнилося фабричним – на заводах Леппа і Вальмана, Ельворті тощо. Здебільшого тут виробляли вдосконалений тип віялки колоністського типу, що вирізнялася високою продуктивністю, дешевизною, простотою у догляді. Така ручна віялка, за умови залучення необхідної кількості робітників, була достатньою для подальшого обслуговування 4-кінної молотарки [48, отд. 6 А с. 16]. Вважається, що виробництво даної моделі розпочалося на підприємстві Леппа і Вальмана; вона тривалий час зберігала провідні позиції та слугувала зразком для подальшого удосконалення.

Однак загалом споживацький попит на вдосконалені зерноочисні машини був досить обмеженим, тож місцеві підприємства були спроможними його задовольнити як у кількісному, так і якісному відношенні. У 1908 р. на південь України припадало 56% загальноросійського виробництва віялок, а частка імпорту залишалася стабільною [73, ч. 2 с. 196–197]. Застосування закордонної дороговартісної складної сортувальної та зерноочисної техніки, як-то трієри, куколевідбірники тощо, зустрічалося лише в поодиноких господарствах та на виставках, тож вважалося «справою майбутнього». Варто, проте, зазначити, що незначна частина південноукраїнських господарів ще з 1880-х рр. використовувала німецькі сортувальники «Робер та сини». Серед вітчизняних моделей був відомий сортувальник І. Ф. Вараксіна [48, отд. 6 А с. 17]. А з 1906 р. значної популярності набула віялка-сортувальник «Успіх» Ф. Вараксіна з удосконаленою конструкцією засипного ковша.

Відтак, початок XX ст. позначився зростанням серед південноукраїнських господарів попиту на удосконалену техніку та нові види землеробських машин. Величезні степові ресурси, що становили підґрунтя для розвитку екстенсивного

землеробства у регіоні, були практично вичерпані. Тож виробники зернової продукції постали перед необхідністю інтенсифікації господарювання. Для догляду за посівами усе активніше долучали різноманітні культиватори (пропашники, полольники, окучники), що використовувалися для додаткового розпушування землі та підрізання бур'янів [73, ч. 2 с. 157–159]. Не надто затребувані ще 2 десятиліття тому сінокосарки, снопов'язалки, кінні граблі, самоскидальні жниварки, сіноворушилки становили в 1909 р. половину (20 млн.руб.) усього імпорту сільськогосподарських машин [35, с. 44]. Незважаючи на те, що агротехнічна еволюція зернового виробництва півдня України остаточно була призупинена подальшими сумнозвісними революційними подіями, її здобутки стали основою для подальшого сільськогосподарського розвитку України за радянських часів.

3. Формування осередків та стратегічних напрямів регіонального розвитку галузі сільськогосподарського машинобудування

Становлення виробництва сільськогосподарських машин як окремої галузі на Катеринославщині активно розпочалося вже у перші пореформені роки. Характерно, що у південноукраїнському регіоні заводи поставали з нечисельних ремонтних майстерень та складів із землеробськими знаряддями праці та машинами закордонного виробництва, що існували тут з 1830-х – 1840-х рр. Вони були орієнтовані переважно на обслуговування потреб місцевих землевласників, які вже користувалися закордонною технікою, що, однак, не завжди відповідала місцевим умовам, була складною в експлуатації та часто ламалася. Відтак, майстерні та склади з іноземною технікою стали підґрунтям для створення місцевих заводів, а наявна техніка – зразками для місцевого конструювання із незначними змінами, спрямованими на адаптацію до місцевих умов господарювання. Тож переважна частина місцевих підприємців – власників фабрик розпочинала свій бізнес у якості реалізаторів закордонної продукції та облаштування механічних майстерень для їх обслуговування. Так, у Катеринославській губернії одна з перших майстерень, що належала Ф. А. Заславському, виникла ще у 1835 р., де згодом власник налагодив виробництво землеробських знарядь праці. Незважаючи на зростання попиту серед місцевого населення у пореформені роки, завод пропонував досить обмежений асортимент продукції (молотарки, віялки колоністського типу, соломорізки тощо), тож річний обіг навіть у 1880 р. не перевищував 50 тис. руб. Основний прибуток власникові приносив паровий млин, тож виробництво знарядь відігравало другорядне значення. Аналогічну спрямованість мав механічний заклад П. А. Ульмана, що діяв з 1860 р. та насамперед задовольняв ремонтні потреби власного складу, однак додатково тут виробляли віялки, віялки-сортувальники та приводи загальною вартістю 15 тис. руб. на рік [70, с. 86]. Такі підприємства забезпечували стабільний добробут власникам, проте не відігравали знакової ролі у становленні сільськогосподарського машинобудування як окремої галузі.

Натомість у німецьких колоніях Катеринославського та Олександрівського повітів вже у перші пореформені роки інтенсивно почала формуватися мережа

майстерень і заводів, спрямованих на забезпечення потреб та запитів широкого кола споживачів та розширення обсягів виробництва. Осередком становлення галузі сільськогосподарського машинобудування стала Хортицька колонія, що вже на 1879 р. посіла третє місце серед населених пунктів Росії (після Варшави і Москви) за кількістю підприємств з виробництва сільськогосподарських знарядь праці [69, с. 44]. Підприємцями – «початківцями» стали німці-колоністи П. Лепп, А. Коп, К. Гільденбрандт, Г. Нейфельд, що розпочинали свою діяльність із майстерень та поступово перетворили стали власниками найбільших підприємств регіону [52, с. 22–78; 63, с. 152–307]. Власним прикладом вони сприяли зростанню кількості підприємств та ареалу їх розташування, тож протягом наступних десятиліть нові заводи з'явилися у прилеглих колоніях і хуторах: Шенвізе (заводи «Лепп і Вальман», К. Гільдебранта, А. Я.), Кічкас (А. Я. Копа, К. К. Мартенса), Софіївці (Г. Д. Нейфельда), а також у с. Павлівка (Г. Г. Ремпеля), с. Гуляй-Поле (Я. Крагера, «Кернер і сини») тощо [26, с. 500–502].

Відзначимо, що розташування більшості підприємств сільськогосподарського машинобудування в сільській місцевості становило характерну ознаку розвитку галузі в Катеринославській губернії: на 1914 р. із 27 заводів у містах знаходилося лише 11 [26, с. 500–502]. Окрім того, у м. Олександрівську та прилеглих колоніях та хуторах знаходилося чимало складів землеробського приладдя, грошовий обіг яких у урожайні роки досягав сотень тисяч рублів [34, с. 817]. Незважаючи на значну кількість закладів із виготовлення землеробської техніки, провідне місце у визначенні векторів розвитку галузі на Катеринославщині протягом усього досліджуваного періоду належало підприємству династії Леппів–Вальманів.

Його засновник Пітер Лепп (1817–1871) походив із селянської родини німців, які переселилися до с. Хортиця Катеринославської губернії у 1817 р. Свій трудовий шлях він розпочав у 1850 р. із виробництва годинників у власній майстерні, де одночасно ремонтував сільськогосподарські знаряддя [4, с. 93]. Технічні знання він отримав шляхом самоосвіти, вивчаючи придбану у німецьких торговців літературу з механіки та ознайомившись із досвідом сільськогосподарського машинобудування в Одесі та Луганську. У 1850-х рр. разом із десятьма найманими помічниками він розпочав виготовлення простих землеробських знарядь: першою була виготовлена косарка [13, с. 53–54; 14, с. 314]. Значному пожвавленню виробництва сприяло відкриття у 1860 р. плавильні, тож П. Лепп налагодив серійний випуск косарок, сівалок, віялок, кінних граблів, січкарень, а згодом – молотарок. Певною перешкодою у розширенні виробництва для нього, як і для більшості «початківців» у південноукраїнському регіоні, виступала нестача сировини, позаяк закордонний метал через високі митні тарифи був надто дорогим. Задля вирішення проблеми він вдався до неординарного кроку: скуповував домашнє металеве приладдя (казани, каструлі) у місцевих жителів [78, с. 28].

З метою популяризації власної продукції та розширення кола покупців, Пітер Лепп пропонував низькі (порівняно із закордонними аналогами) ціни, запровадив гарантійні строки, ознайомлював покупців із правилами

експлуатації та догляду за землеробською технікою. У такий спосіб йому швидко вдалося подолати іноземну конкуренцію та сформували власний споживчий ринок. Згодом банки стали надавати йому великі кредити, що сприяло упровадженню нових технологій і зростанню обсягів виробництва [23, с. 26]. Вже у 1867 р. завод вже виготовляв 175 кінних граблів, 125 соломорізок 115 косарок, 50 віялок, 12 жниварок [14, с. 314–315]. На поч. 1870-тих рр. тут працювало вже 100 робітників, а оборотний капітал становив 108–125 тис. руб. [23, с. 13; 68, с. 7–8].

Після смерті Пітера Леппа підприємство перебувало у спільній власності його синів Пітера (молодшого), який фактично керував виробництвом, та Абрахама. У 1875 р. вони здійснили остаточну реорганізацію майстерні у завод. Зазначимо, що підприємство П. Леппа було зразком справжнього родинного бізнесу. З 1879 р. до кола власників доєднався онук засновника Йоганн Герхардович, який фактично здійснював управління, та зять засновника Андреас Вальман. У 1880 р. родинний «квартет» ініціював чергову реорганізацію заводу в найбільше в Катеринославській губернії машинобудівне підприємство – товариство «Лепп і Вальман». Його специфіка полягала у дотриманні традиції колективної власності: кожен із 4 співвласників володів ¼ виробництва. У 1894 р. власники вдалися до чергових змін відповідно до мінливих законів ринку та реорганізували підприємство у торговий дім «Лепп і Вальман». Причому загальним діловодством займався Йоганн Лепп, а Андрій (син Анреаса) Вальман керував діяльністю заводу в Хортиці [23, с. 2, 3, 6, 9, 27].

Починаючи з 1880-х рр., власники приділяли багато уваги та вкладали кошти в технічну та технологічну модернізацію виробничого обладнання та самих приміщень. Адже виробничі потужності товариства зростали: обсяг виробленої продукції перевищував 200 тис. руб., а кількість майстрів становила 170 осіб [35, с. 12]. Тому дрібні приміщення майстерень у Хортиці було перебудовано у великий завод, що складався із численних кам'яних корпусів. Провідний фахівець В. В. Черняєв із захватом відзначав наявність просторих та сухих складських приміщень для машин, повсюдну чистоту та акуратність, високий рівень діловодства тощо [70, с. 87–88]. Оскільки завод в Хортиці був досить віддаленим (28 км) від залізничної Лозово-Севастопольської лінії, це призводило до значних накладних витрат щодо здійснення трансферу сировини та готової продукції. Тому в 1886 р. нове керівництво (І. Г. Лепп і А. Вальман) ініціювало заснування філії товариства «Лепп і Вальман» у німецькій колонії Шенвізе, що знаходилася усього за чверть кілометра від залізничної станції Олександрівськ. Це був новий механічний і чавуноливарний завод із ливарним, токарним, ковальським, слюсарним, малярним і столярним цехами та власною залізничною гілкою [38, с. 7, 13]. Третій, невеликий завод, що спеціалізувався здебільшого на ремонті сільськогосподарської техніки, власники побудували у 1900 році у Павлограді.

На думку В. Черняєва, саме упровадження спеціалізованого виробництва (за умови «вдалого» обрання стратегічного вектору) землеробської техніки було запорукою розвитку підприємництва у галузі сільськогосподарського машинобудування певного регіону Для підприємства «Лепп і Вальман» таким

напрямом стало виробництво жаток – т. зв. «лобогрійок» системи Леппа, що розпочалося у 1874 р. За спогадами підприємця О. Ярошенка, жниварки Леппа викликала справжній фурор у південноукраїнських господарів та спонукали до остаточної відмови від ручної праці, адже за їх допомогою селяни могли обробляти не 40–50 десятин землі, як це було раніше, а кілька сотень [72, с. 157–158]. У 1890-х рр. їхня кількість тільки у землеробських господарствах Таврійській губ. становила понад 40 тис. [71, с. 160]. Відтак, виробництво лобогрійок на хортицькому заводі вже у 1886 р. становило понад 2 тис. та постійно зростало [14, с. 306]. Крім того, підприємство «Лепп і Вальман» продовжувало випуск іншої техніки, що користувалася попитом у місцевого населення: 3-4 кінних молотарок, розкидних сівалок Еккерта, колоністських віялок, соломорізок, кінних граблів, приводів тощо.

Можна констатувати, що власникам вдалося вирішити одну з першочергових проблем на шляху до становлення сільськогосподарського мащинобудування у регіоні як окремої галузі: подолати упередженість місцевих господарів щодо вітчизняної продукції та стереотипу сприйняття закордонного як якіснішого та кращого. Їм вдалося вистояти у конкурентній боротьбі з відомими варшавськими підприємствами («Лільпоп, Рау і Левенштейн», «Варшавська фабрика машин»), витіснити масове споживання закордонної техніки та налагодити внутрішній споживчий ринок у регіоні.

Безперечно, для пересічного сільського господаря вагому роль у придбанні знарядь праці відігравала вартість певного виробу. Завбачливе відкриття ливарного та інших спеціалізованих цехів дозволило власниками підприємства «Лепп і Вальман» виконувати весь обсяг робіт власними силами, що позитивно впливало на собівартість продукції. А становлення наприкінці XIX ст. на півдні України металургійної промисловості сприяло вирішенню сировинної проблеми та уможливило здешевлення вітчизняної продукції. Так, середня вартість плуга у 1896 р. порівняно із 1882 р. знизилася з 56 до 43 руб., тобто на 13%, вартість сівалки з 70 руб до 37 руб, тобто майже удвічі. Вартість молотарки завода «Лепп і Вальман» була на 1/3 дешевше, ніж закордонного аналогу фірми Еккерта та у 1,8 разів – фірми «Clayton & Shuttleworth» [35, с. 10].

Окрім зазначених факторів, вагомою складовою «формули успіху» товариства «Лепп і Вальман» виступала маркетингова гнучкість та споживча компетентність власників. Вони виробляли насамперед ті види машин, які користувалися реальним попитом серед місцевого населення. Розширенню кола споживачів за рахунок селян сприяла налагоджена практика окремого виготовлення металевих деталей на машини. При цьому їх купували і самі господарі знарядь для ремонту, так і місцеві кустарі – для виготовлення і продажу знарядь. Приміром, комплект залізних деталей для віялки можна було придбати за 12 руб., а готову, доповнена дерев'яними деталями, на ярмарках продавали вже по 45–50 руб. [70, с. 89]. Крім того, популяризації підприємства поза межами регіону значно сприяли акції рекламного характеру, зокрема, розміщення оголошень у тогочасній періодичній пресі, участь у роботі сільськогосподарських виставок та інноваційна «родзинка» тогочасного

підприємництва – випуск ілюстрованих каталогів із детальним описом продукції та її вартістю [46; 47].

Тогочасні фахівці, які оцінювали представлену на виставках сільськогосподарську техніку, відзначали, що продукція заводу «Лепп і Вальман» не вирізнялася особливою витонченістю, була простою в експлуатації та догляді [14, с. 306]. Однак саме завдяки таким характеристикам знаряддя Леппа були відзначені 33 золотими, срібними і бронзовими медалями [47]. Вони максимально відповідали господарським потребам широкого кола місцевих споживачів; сама ж стратегія ведення «леппівського» бізнесу стала основоположною для переважної більшості підприємств південноукраїнського регіону. Товариство «Лепп і Вальман» слугувало, по суті, ініціатором технічних нововведень у регіоні, позаяк його значні розміри виробництва дозволяли менш відчутно пережити фінансові ризики. «Малі підприємства побоюються відійти від шаблону та вийти за відомі межі, однак варто заводу «Лепп і Вальман» розпочати спорудження чогось нового – і вони почнуть наслідувати», – описував ситуацію В. Черняєв [70, с. 93].

Інтенсивне кількісне зростання заводів супроводжувалося становленням осередків та формування стратегічних напрямів регіонального розвитку галузі. Тож на Катеринославщині ці процеси були пов’язані насамперед із Хортицею та підприємством «Лепп і Вальман» як їхнім флагманом.

Дійсно, вже на 1880 р. у цій маленькій колонії функціонувало вже 5 майстерень. Як правило, їхніми засновниками були також німці-колоністи, земляки П. Леппа, які використовували його досвід у власній підприємницькій діяльності, через що їх називали «наслідувачами Леппа» [70, с. 86]. Так, А. Я. Коп, попрацювавши кілька років у майстерні П. Леппа, вже у 1864 р. заснував власний завод, де на 1880 р. вироблялося продукції на 30 тис. руб., а на початку ХХ ст. – понад 80 тис. руб. Аналогічним шляхом налагоджував свій бізнес К. Я. Гільденбранд [70, с. 86; 5, с. 186–189; 14, с. 316]. За прикладом Леппів, як вже зазначалося, хортицькі підприємці започатковували нові заводи по інших навколишніх колоніях, формуючи тим самим ареал «олександрівського осередку» сільськогосподарського машинобудування. На 1910 р. сумарний осяг виробленої продукції на заводах А. Я. Копа становив понад 800 тис. руб., а К. Гільденбранда (з 1902 р. – торговий дім «Гільдебрандта К. сини і Прісс») – 500 тис. руб. [60, с. 1003–1013].

На поч. ХХ ст. кількість заводів у південноукраїнському регіоні продовжувала зростати, що відбувалося паралельно з нарощуванням виробничих обертів «корінних» підприємств. З метою унезалежнення від кризи збуту власники підприємств вдавалися розширення виробничих та торгівельних горизонтів за рахунок переходу до акціонерних форм власності, створюючи тим самим конкуренцію дрібному бізнесу. У 1903 р. було створене акціонерне торгівельно-промислове товариство «Лепп і Вальман». Розмір статутного капіталу становив 1,2 млн. рублів, а акції були розподілені між засновниками, членами сім'ї та частково – «запрошеними особами», що дозволяло уникнути витоку капіталу. Так, представникам родини Леппів належало близько 71% акцій, Вальманам – 27%, іншим – лише 2% [62].

Реорганізація цілком прогнозовано сприяла подальшому розвитку розвитку АТ «Лепп і Вальман» та розширенню асортименту продукції, що значно поповнився видовим різноманіттям землеробських та сільськогосподарських машин, а також виробництвом заводського обладнання та металевої продукції побутового призначення. За 1900–1910 рр. щорічний прибуток зріс з 100,617 до 224,991 тис. руб., а статутний капітал за 10 років збільшився удвічі[12] [5, с. 410]. Товариство мало представництва в Таврійській та Самарській губерніях, склади-магазини (окрім українських губерній) на Північному Кавказі та в Поволжі [14, с. 312].

Відтак, підприємство династії Леппів відігравало основоположну роль у визначенні векторів розвитку галузі сільськогосподарського машинобудування на півдні України та формуванні «олександрівського осередку».

Перше пореформене десятиліття Херсонська губернія вирізнялася з-поміж інших значною кількістю механічних майстерень. Здебільшого вони розташовувалися у великих містах – Одесі (Белліно-Фендеріх, Ф. А. Гронмейєр, І. та К. Гени), Херсоні (брати Вадони), Єлисаветграді (Л.Тамм, М. Я. Варенсбехер, Е. Я. Бургард) [20, с. 21–27; 56, с. 74–75]. Характер виробництва тут був досить стихійним та залежав від ситуативного попиту з боку місцевих господарів, тож чітко окреслені спеціалізовані напрями у виготовленні землеробської техніки тут, як правило, не спостерігалися (за винятком заводів І. Гена). Почасти причиною стала переорієнтація у 1880-1890-х рр. виробничих потужностей підприємств портових міст на обслуговування потреб більш перспективної суднобудівної галузі. За таких обставин виробництво сільськогосподарських машин не припинялося, проте виконувало другорядну роль у машинобудівній промисловості губернії. Показовою є історія французів-переселенців Вадонів, які у 1853 р. започаткували в Херсоні механічну майстерню, згодом реорганізували її у машинобудівний та чавуноливарний завод, а з 1895 р., після масштабної реконструкції та електрифікації, – у суднобудівний. Корабельня Вадонів швидко посіла провідне місце у металевому суднобудуванні міста [18]. В Одесі «верф'яним магнатом» був німець Белліно-Фендеріх, підприємницька діяльність якого також розпочиналася у 1864 р. із ремонту та виготовлення с/г обладнання та заснування найбільшого в Одесі чавунно-ливарного заводу. Вже на 1880-ті рр. тут вироблялося щорічно продукції на 200 тис., руб., що становило 2/3 чавунно–продукції міста та ¾ усієї Херсонської губернії. З 1875 р. власник започаткував виробництво парових суден, тож виробництво землеробських знарядь поступово відійшло на задній план [18; 53, с. 137–162].

Натомість справжнім монополістом у виготовленні ґрунтообробних знарядь праці на півдні України протягом усього пореформеного періоду залишався завод німецького колоніста Іоганна Гена. З 1850-х рр. одеський фабрикант розпочав у своїй майстерні виготовлення плугів моделі «сабан», а згодом модернізував плуг колоністського типу, відомий як «новоросійський»

[12] Державний архів Запорізької області (далі – ДАЗО). Ф. 24. Александровская городская Управа. Оп. 1. Спр. 137. Арк. 10–30.

або «генівський» [49, с. 330; 66, с. 4]. Він одразу здобув шалену популярність серед споживачів, адже дозволяв регулювати глибину оранки та запобігати забиванню землею, був міцним, простим у використанні та ремонті та відносно дешевим [7, с. 106].

Незважаючи на недоліки, притаманні знаряддям ручного виготовлення (неоднорідність гайок, гвинтів тощо), у 1884 р. плуг І. Гена здобув визнання не лише серед споживачів, а й серед фахівців. Першу нагороду він здобув вже у 1884 р. на Одеській виставці, у 1887 р. – малу срібну медаль на Харківській, дві золоті медалі на чергових виставках у Тифлісі й Кишиневі [66, с. 6; 48, отд. 6А с. 5]. Обсяги виробництва плугів на заводі Гена стрімко зростали: у 1880 р. було вироблено 563, 1881 р. – 976, 1884 – 1 000, у 1889 р. – 4 120 плугів [35, с. 14–15; 49, с. 330]. Відтак, за 10 років випуск плугів збільшився у 7 разів, а загальна вартість перевищила 144 тис. руб.

«Новоросійські плуги» активно почали виробляти на інших заводах регіону. В одній тільки Одесі, окрім І. Гена, їх виготовляли Я. Ген, Шель, С. Габерштадт [48, отд. 6А с. 5]. Кожен із фабрикантів при цьому шукав свою «родзинку» з метою запобігання конкуренції. Купець Ісаак Гуревич, власник заводу сільськогосподарських машин у Каховці, приміром, з 1887 р. розпочав виробництво високотехнологічних цілковито металевих плугів, що користувалися значних попитом серед заможних власників [18]. Найбільшими виробниками різноманітних плугів (одно-, дво-, багатолемішних плугів, букерів з продольними та поперечними сівалками, букерних відвалів, борон тощо) у Миколаєві були брати Андронік і Лука Федоровичі Донські, вихідці із селянської родини із с. Костянтинівка (згодом переїхали на хутір Зелений) на Миколаївщині). За легендою, первинний капітал для бізнесу хлопці отримали із розритого ними поблизу хутора скіфського кургану [38, с. 7]. Переїхавши до Миколаєва, вони купили колісну майстерню, яка близько 1881 року переросла в кузню-завод. Придбавши у міста земельну ділянку, у 1894 році вони збудували багатопрофільний «Механічний завод братів А. і Л. Донських в Миколаєві Херсонської губернії». Підприємство динамічно нарощувало оберти: у 1882 р. було вироблено 200 плугів, у 1888 р. – 1000 плугів, а у 1896 р. – 4 тис. плугів, а також 260 сівалок і 100 жниварок – загальною вартістю 120 тис. руб. Як більшість заводів Херсонщини, окрім землеробської техніки тут виробляли парові котли, кріпильні вироби, вали, осі тощо [38, с. 19, 20, 23].

Зазначимо, що налагодження виробництва ґрунтообробних знарядь на інших підприємствах регіону жодним чином не позначилося на розвитку підприємства І. Гена, що залишалося беззаперечним лідером у виробництві плугів – як колоністських та селянських, так і аналогів популярних західноєвропейських, що були оптимально адаптовані до місцевих умов обробітку ґрунту. Протягом першої декади XX ст. тут вироблялося від 80 до 100 тис. плугів на рік [73, ч. 2 с. 134]. Порівнюючи ці показники із загальноросійськими, що на 1908 р. становили 350 тис. одиниць, маємо, що плуги Гена становили близько 1/4 загальноросійського виробництва [8, с. 133].

Паралельно із процесом переорієнтації частини потужних заводів Херсонщини на потреби машино- та суднобудівної галузі, у 1874 р. у

Єлисаветграді брати Роберт та Томас Ельворті, вихідці з Південної Англії, започаткували підприємство під назвою «Р. і Т. Ельворті, виробники та імпортери сільськогосподарських машин», якому судилося стати одним із лідерів галузі. Молоді підприємливі юнаки, що вже здобули досвід роботи в інженерній та промисловій галузях (Роберт – у США,Томас – у Румунії), спочатку займалися імпортуванням сільгоспомашин з Англії та Німеччини та їх ремонтним обслуговуванням, а також налагодили конструювання машин із імпортованих запчастин [12, с. 18].

Завезена техніка була непристосована до місцевих умов і швидко ламалася, а найдорожча, вигідна для продажу машина – парова молотарка – потребувала дорогого вугілля або дефіцитних дров. Тому брати зайнялися удосконаленням закордонних зразків та сконструювали соломотопку до неї [18; 32, с.7]. Вже з 1878 р. розпочалося серійне виробництво соломотопок, які встановлювали на локомобілів молотарок «Clayton & Shuttleworth». На думку П. Босого, саме на продажу цих машин фірма заробила капітал, що став основою для розвитку виробництва іншої техніки [12, с. 47].

Нарощування виробничих потужностей забезпечувалося спорудженням нових корпусів, цехів майстерень за рахунок купівлі навколишніх ділянок протягом наступних десятиліть[13]. Обладнання брати заводили з в Англії та Німеччини, тож продукція вирізнялася високою якістю та однорідністю у виготовленні. Наявність власної ливарні та ковальського цеху уможливлювали налагодження власного виробництва деталей для імпортної техніки та розширення асортименту продукції, що досяг позначки у 114 найменувань. Відповідно, зростала кількість робітників: якщо на початку діяльності у 1877 р. тут працювало лише 12 осіб, то вже на наприкінці XIX ст. їхня кількість становила вже 600 [32, с. 8, 20]. А загальна вартість виробленої продукції у середньому становила 1,5 млн. руб. (*рис. 1*).

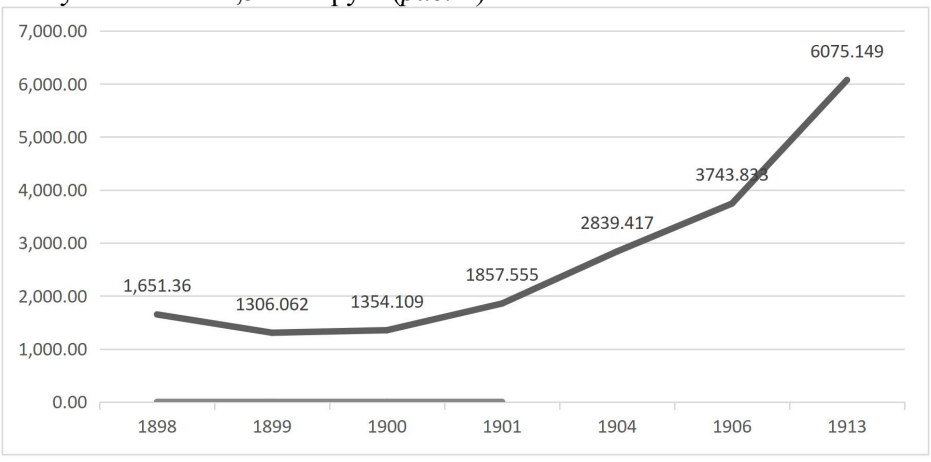


Рис. 1. Торгівельний обіг сільськогосподарських машин фірми Ельворті, тис. руб.
Складено за [*[14]*].

[13] ДАКО. Ф. 331. Єлисаветградський завод по виготовленню землеробських машин і знарядь акціонерного товариства «Р. і Т. Ельворті». Оп.1. Спр. 9. Арк. 128–136.
[14] ДАКО. Ф. 331. Оп.1. Спр. 16. Арк. 2, 4, 6, 8, 16, 20

Підприємство братів Ельворті вирізнялося з-поміж інших певною інноваційністю, що знаходила прояв у кількох напрямах: устаткуванні виробництва, видах виробленої продукції, способах її реалізації. Уже наприкінці 1880-х рр. зазначалося, що підприємство не обмежувалося «випуском простих шаблонних речей», а виготовляли локомобілі, парові котли, фікс-машини, парові насоси та інші технічні новинки [4, с. 13]. Концепція розвитку підприємства полягала не стільки у відтворенні зразків популярних серед місцевого населення закордонних моделей, а у розробці машин нової конструкції. Так, у 1877 р. брати Ельворті розпочали масове виробництво власне сконструйованої розкидної сівалки «Імперія», а у 1888 р. – першої в Російській імперії рядкової сівалки «Росія» [32, с. 119]. Як результат, на виставці в Нижньому Новгороді сівалки Ельворті отримали найвищу нагороду – право додавати до маркування продукції державний герб імперії, що, безумовно, надавало великих переваг у сфері маркетингу.

Продукція підприємства братів Ельворті, що була результатом втілення і закордонного, і вітчизняного досвіду конструювання, вирізнялася високою якістю виробництва, «за чітко виготовленими моделями із розрахуванням розмірів та фізичних властивостей». чим, на думку В. Черняєва, не міг похвалитися жоден інший завод. Справжньою новацією було й те, що Ельворті приділяли увагу зовнішньому вигляду техніки: «Забарвлення настільки чисте й прекрасне, що машина … має веселий вид і приваблює покупця» [70, с. 95]. До того ж, задовільні умови праці та гарне ставлення власників приваблювали кращих майстрів, що запобігало проблемі нестачі кваліфікованих та досвідчених працівників [70, с. 97].

Характерною рисою ведення бізнесу, що вирізняла підприємство Ельворті, була стратегія максимального розширення ринку збуту продукції та, відповідно, налагодження розгалуженої мережі представництв по українських містах та селах. Окрім головного офісу в Єлисаветграді та будинку Ельворті у Києві, Роберт Ельворті ініціював відкриття низки відділень у Катеринославській, Таврійській, Київській, Полтавській, Оренбурзькій губерніях, а також тимчасових складів у Лозовій, Ганнівці, Урбаху, Синельниковому. Згідно повітової статистики, на 1913 р. нараховувалося 40 головних відділень фірми «Ельворті».

Як вже відзначалося, основними покупцями сільськогосподарських машин у регіоні були селяни-фермери. Тож з метою розширення цієї категорії покупців Ельворті здійснювали продаж на умовах післяоплати, а також застосовували продаж у кредит. Незважаючи на потенційні ризики надання кредитних послуг, власники відзначали, що випадки невиплати дебеторської заборгованості зустрічалися вкрай рідко.

Зазначимо, що після смерті брата Томаса у 1891 р., Роберт Ельворті залишався одноосібним власником бізнесу. Навіть після реорганізації фірми у 1908 р. в Акціонерне Товариство «Р. і Т. Ельворті» із 5 засновниками, йому належав контрольний пакет акцій – 97% та понад 82% голосів правління [12, с. 80–81].

Акціонерна форма правління, як вже зазначалося, позитивно впливала на розвиток підприємств. Щодо фірми «Р. і Т. Ельворті», на думку П. Босого, вона насамперед сприяла налагодженню ефективного менеджменту за рахунок залучення нової генерації управлінського персоналу, перманентної технічної реконструкції, створення розгалуженої мережі торгівельних представництв. Ельворті традиційно продовжували співпрацю із закордонними виробниками с/г продукції шляхом укладання угод про взаємне представництво торгівельних інтересів та посередницької торгівлі. Однак з початку XX ст. відчутною стає тенденція до налагодження співпраці з лідерами виробництва сільськогосподарських машин південноукраїнського регіону: було досягнуто домовленості про продаж певних товарів конкурентів – зокрема жаток заводу Дж. Грієвза у Бердянську, плугів заводів Гена в Одесі тощо [12, с. 58]. Більше того: з метою спільної координації виробництва та реалізації сільськогосподарської техніки, у 1909 р. фірми Ельворті, І. Гена та А. Копа започаткували синдикат – торгівельно-промислове товариство «Урожай», що дозволило налагодити мережу регіональних представництв (у Харкові, Ростові-на-Дону, Одесі, Москві). При цьому контрольний пакет акцій (понад 51%) залишався у фірми Ельворті як ініціатора об'єднання[15]. Також вони отримували виключне право на торгівлю жатками, букерами та запчастинами заводу А. Копа в Сибіру за цінами виробника[16].

Протягом 1908–1914 рр. підприємство Ельворті нарощувало обсяги виробництва та номенклатуру, отримуючи щорічно від 1 до 1,5 млн. прибутку та забезпечуючи робочими місцями 1/3 робітників міста. Попри значне видове різноманіття, левову частку вироблених землеробських машин становили, як і раніше, сівалки, молотарки та приводи, що складали понад 9/10 усієї продукції [18; 12, с. 99–100].

Окрім підприємства Ельворті, у Єлисаветграді та повіті на початку XX ст. розташовувалося принаймні 10 заводів із вироблення сільськогосподарської техніки. Однак обсяги їхнього виробництва порівняно з могутнім конкурентом були незначними й становили усього по кількадесят тисяч руб. на рік. Більше того, місцеві заводчики (А. А. Краузе, О. Яскульський, Е. Бургард, І. Келкевич, Ф. Кличко, І. Козубський, А. Л. Шкловський та ін.) спеціалізувалися на виготовленні іншої техніки сільськогосподарського призначення – здебільшого крупорушок, олійниць, млинів, приводів тощо [60, с. 1003–1013]. Відтак, підприємство Ельворті та Генів можна сміливо назвати монополістами та «розробниками моди» на землеробську техніку на Херсонщині.

У Таврійській губернії формування осередків сільськогосподарського машинобудування розпочалося пізніше, аніж у сусідніх губерніях. Згідно державної статистики, на поч. 1880-х тут знаходився тільки один завод, що належав К. К. Веделю (з 1865 р.), де вироблялися молотарки, приводи, соломорізки, плуги на 20 тис. щорічно [56, с. 72–73]. Однак процеси

[15] ДАКО. Ф. 331. Оп.1. Спр. 8. Арк. 27.

[16] ДАЗО. Ф. 158. Завод земледельческих машин и орудий товарищества «Коп» (г. Александровск Екатеринославской губернии). Оп. 1. Спр. 49. Арк. 97

«розорювальної лихоманки», що охопили насамперед материкові повіти губернії, спричинили відповідну потребу у фабричному забезпеченні господарів новітньою землеробською технікою. Основними осередками популяризації машинної праці, як і на Катеринославщині, тут виступали німецькі поселення (насамперед, молочанські менонітські колонії Гальбштадтської та Гнаденфельдської волостей Таврійської губернії). Відповідно, за означеним вище сценарієм, ремонтні майстерні, власниками яких були переважно колоністи, перетворювалися на заводи із виготовлення землеробських машин, продукція яких також була аналогічною до сусідів з Катеринославщини.

За спостереженнями віце-консула Гріна, у Приазов'ї на 1890-ті рр. поряд із кількома великими заводами діяла мережа дрібних майстерень, нерідко із власними ливарнями, де виготовлялися примітивні, однак якісні знаряддя праці [40, с. 126]. Так, засновник заводу в Ольгофельді Мелітопольського повіту Я. Г. Нібур у 1882 р. спочатку відкрив майстерню із з 2–3 підмайстрами, що досить скоро перетворилася фабрику із власною ливарнею та 30 робітниками [15, с. 31]. На 1910 р. тут вже вироблялося товарів на 120 тис. руб, а працювало понад 100 робітників. До того ж, чавуноливарний і механічний завод Я. Г. Нібура, заснований ним у 1894 р. у колонії Нью-Йорк Бахмутського повіту Катеринославської губернії, виробляв щорічно продукції на 200 тис. руб. [60, с.1003–1013]. Відтак, протягом 1880-1890-х рр. у межах Таврійської губернії, здебільшого у колоніях, заснували свої підприємства Г. Г.Франц та П.П. Шредер (1880, к. Гальбштадт); А. Я. і В. Я. Классени (1886 р., с. Кизіяр), Я. В. Янцен і К. А. Нейфельд (1893, к. Сергіївка), Г. Кольб і А. Шац (1894, с. Ней-Нассу), Й. Й.Крігер (1895, м. Орєхов) та ін. [60, с. 1003–1013; 15, с. 31]. Вони орієнтувалися на місцевих споживачів і випускали різноманітну землеробську техніку та знаряддя праці – букери, сівалки, жниварки, молотарки колоністського типу, що приваблювали простотою у використанні та експлуатації.

Тим не менше, найбільше підприємство з виробництва сільськогосподарської техніки у Таврійській губернії, навколо якого і сформувався новий осередок галузі, знаходилося у м. Бердянськ та належало англійцю Джону Едварду Грієвзу. Свою підприємницьку діяльність у південноукраїнському регіоні він розпочав як представник британської компанії «Clayton & Shuttleworth» – виробника популярних серед господарів молотарок та парових двигунів. У 1876 р. він відкрив у Бердянську склад землеробських знарядь праці із невеликою майстернею, а у 1883 р. – механічний ливарний завод [16, с. 29; 77, p. 156].

Як і для підприємства «Лепп і Вальман» на Катеринославщині, масовий випуск жниварок-«лобогрогрійок» став «візитівкою» заводу Дж. Грієвза у Таврійській губернії, тож ці гіганти швидко витіснили з південноукраїнського ринку закордонні жниварки Вуда. У 1886 р. Дж. Грієвз випускав понад 300 жниварок, у 1890-х рр. – понад 3 тис., а на поч. ХХ ст. – близько 20 тис. жниварок [39, с. 17–18]. Крім того, на підприємстві виготовляли плуги – близько 50 тис., віялки – 3 тис., зерноочисні машини, молотарки тощо. Тож

серед сучасників завод Дж. Грієвза отримав славу найбільшого у Європі. У 1898 р. за енергійну й плідну діяльність у галузі сільськогосподарського машинобудування Дж. Грієвз був відзначений подякою від імператора Миколи II [16, с. 30].

Зазначимо, що специфіка зернового виробництва південноукраїнських губерній полягала у тому, що і виробництво, і споживання «лобогрійок» було орієнтоване виключно на внутрішні регіональні потреби, адже вони були непристосованими до господарських умов інших українських губерній. Якщо підприємство «Лепп і Вальман» здебільшого орієнтувалися на місцевих споживачів, то Дж. Грієвз намагався розширити межі споживчого ринку, тож постачав продукцію до Румунії та Болгарії [39, с. 17–18]. Також географія продажу дещо розширився за рахунок переселенців з південних губерній Росії, які у 1910 р. зі складів Переселенського управління придбали 3,7 тис., у 1912 р. – 4,7 тис. «лобогрійок» через «значну до них звичку» [67, с. 266–267].

Скасування у 1898 р. ввізного мита на сільгоспмашини, що не вироблялися в Росії, сприяло появі на ринку жниварок-снопов'язалок та жниварок-самоскидок «нового покоління». Порівняно із «лобогрійками», вони були витривалішими та зручнішими в експлуатації, виконували важку роботу замість скидальника та полегшували працю в'язальниць, тож упевнено набували популярності по всіх куточках Росії [8, с. 396]. Якщо протягом 1899–1904 рр. кількість ввезених жниварок і сінокосарок практично не змінилася, то протягом 1905–1909 рр. поступально зросла у понад 5 разів [73, ч. 2 с. 184].

З метою збереження потенційних покупців найбільші виробники сільськогосподарської техніки у регіоні, зокрема, Дж. Грієвз, та Р. і П. Ельворті, ще наприкінці XIX ст. розпочали налагоджувати виробництво самоскидальних жниварок. Найбільшим виробником був завод Дж. Грієвза, де обсяги їхнього виробництва за 10 років зросли у 43 рази і становили: у 1900 р. – 25 шт., у 1902 р. – 300, у 1905 р. – 400, у 1907 р. – 725, у 1909 р. – 1 075 шт. [35, с. 56]. Однак серед південноукраїнських господарств нова модель не отримала широкого вжитку, тож серійне виготовлення здійснювалося переважно на замовлення Переселенського управління.

Наприкінці XIX ст. підприємство Дж. Грієвза також зазнало зазнало реструктуризаційних змін. На відміну від конкурентів сусідніх губерній, які вбачали зміцнення своїх позицій за рахунок внутрішнього об'єднання зусиль, він вдався до залучення іноземних інвестицій. З 1899 р. завод перейшов у власність Бельгійського анонімного товариства, де Дж. Грієвз та Г. Грієвз були директорами-розпорядниками [16, с. 30]. 21 січня 1900 р. умови діяльності в Російській імперії Бельгійського акціонерного товариства «Торгівельно-промислове анонімне товариство Джон Грієвз і Ко в Бердянську» було затверджено імператором Миколою II [2, с. 36–37]. Його основний капітал становив 3 мільйони франків, на заводі працювало до 1,5 тис. робітників, а склади продукції знаходилися також у Харкові, Челябінську, Семипалатинську та Омську [65, 869Б].

Означені новації сприяли нарощуванню виробничих обсягів підприємства. За свідченнями самого Дж. Грієвза, у 1908 р. на двох найбільших заводах

Бердянська – власне його та підприємства «Вдова Матіас і сини» було виготовлено 5 тис. жниварок і двигунів, 6 тис. сівалок, 12 тис. плугів тощо загальною вартістю понад 1,5 млн. руб. [39, с. 47]. Згідно державної статистики, вже 2 роки потому обсяги вироблених машин виключно його заводу досягли означеного грошового показника [60, с. 1003–1013]. На сільськогосподарській виставці в Катеринославі у 1910 р. продукція заводу Дж. Грієвза отримала велику та малу золоті та срібні медалі в номінації «Сільськогосподарські машини та знаряддя» [73, с. 260, 280].

Сам Дж. Грієвз, наголошуючи на провідному місці галузі сільськогосподарського машинобудування в аграрному секторі південних губерній Росії, називав Бердянськ та його околиці одним із її осередків [76, р. 7]. Дійсно, на 1910 р. тут знаходилося принаймні 7 підприємств, які щорічно випускали сільськогосподарської техніки на сотні тисяч рублів кожне, та розгалужена мережа дрібних майстерень та кустарних виробництв (див. *рис. 2*).

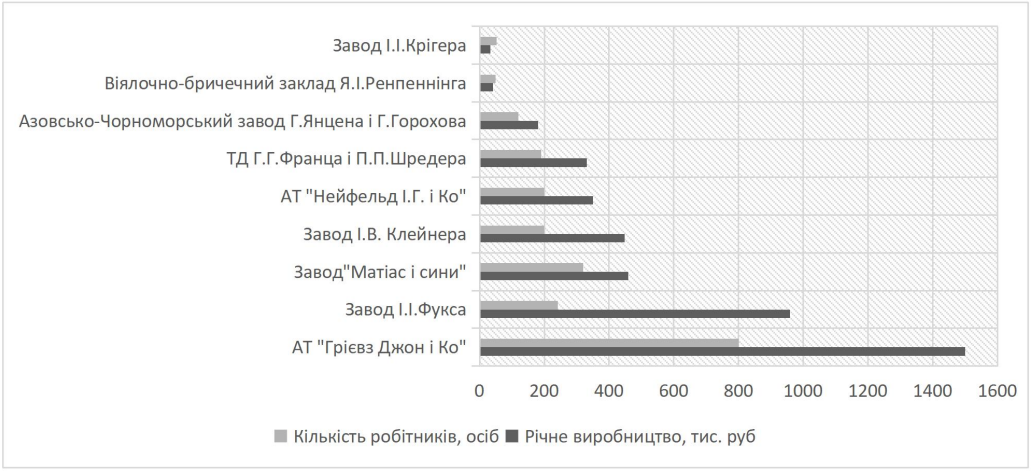


Рис. 2. Підприємства із виготовлення землеробських знарядь і машин у м. Бердянськ та повіті (1910 р.)

Складено за [60, с. 1003–1013, 277–280, 317, 322–325] .

Між іншим, підприємства з «бердянського осередку» не складали жорстку конкуренцію заводам сусідніх повітів. Про це свідчать високі щорічні показники випуску сільськогосподарських машин на згадуваних заводах менонітів-«першопрохідців» у Мелітопольському повіті: Л. Нібура, Я. Янцена та К. Нейфельда, Г. Кольба і А. Шаца (які, до речі, також активно переходили до акціонерних форм власності), та «новачків» – Товариства «Кацен Д., Віленський Ф. і Ко». спадкоємців В. І. Хімцова – у Сімферопольському повітах, що становили від 120 до 343 тис. руб. [60, с. 1003–1013].

Отже, розширення товарного зернового виробництва, збереження екстенсивної системи землеробства, обмежені (як кількісно, так і функціонально) людські ресурси виступали тими чинниками, що сприяли залученню та повсюдному застосуванню сільськогосподарських машин у підприємницьких господарствах Півдня України.

Джерелами розповсюдження агротехнічної культури та популяризації техніки серед населення у регіоні традиційно слугували провідні маєтки землевласників-підприємців, які опікувалися придбанням та використанням закордонних моделей у власних угіддях. Проте визначальним чинником, що здійснив вплив на формування регіональної системи землеробства, було використання місцевим населенням господарського досвіду німецьких переселенців. Простота конструкції, зручність в експлуатації, догляді та ремонтуванні, адаптованість до місцевих господарських умов, низька вартість складали «формулу успіху», що сприяла масовому розповсюдженню с/г машин знарядь переважно «колоністського типу» у степовому регіоні протягом 1870-1880-х рр.

Інтеграція значної кількості селянських господарств до сфери торгівельного землеробства, що атрибутивно супроводжувалася конкурентним протистоянням, сприяла посиленій інтенсифікації масового переходу від ручної праці до машинної. Надзвичайна ж доступність – і в сенсі вартості, і придбання, і асортименту техніки для широких верств населення означила її рівномірний розподіл між господарями різного матеріального та соціального статусу. Важливу роль у процесі механізації південноукраїнського землеробства мало налагодження системи оренди певних видів дороговартісної техніки, що охоплювала у такий спосіб широкі верстви населення.

Динамічне зростання внутрішнього попиту на сільськогосподарську техніку, що спостерігалося у південноукраїнських губерніях протягом усього пореформеного періоду, призвело до становлення розгалуженої мережі майстерень та заводів із виготовлення сільськогосподарських машин та знарядь праці. Їхніми власниками здебільшого були місцеві німці-колоністи, прекрасно обізнані зі специфікою степового господарювання, які займалися удосконаленням існуючої закордонної та місцевої техніки відповідно до господарських запитів споживачів.

Поступово виокремилися потужні перспективні підприємства, які здійснювали визначальний вплив на напрями розвитку галузі та стали своєрідними епіцентрами формування регіональних осередків. Становлення «олександрівського» осередку значною мірою пов’язане з підприємницькою активністю династії Леппів та інших місцевих німців-колоністів, обізнаних зі специфікою та потребами степового господарювання. Стратегія розвитку їхніх заводів, розташованих переважно в німецьких колоніях та хуторах, полягала в удосконаленні місцевої (переважно колоністської) та закордонної техніки відповідно до господарських запитів місцевих споживачів. Визначальний вплив на формування «єлисаветградського» та «бердянського» осередків здійснювали підприємства, засновані англійцями – братами Р. та Т. Ельворті та Дж. Грієвзом, які досягли успіху завдяки вдалому поєднанню закордонного та місцевого досвіду машинобудування та маркетинговій гнучкості.

Налагодження взаємно обумовленого локального товарообігу сільськогосподарської техніки на Півдні України, із гарантованим споживчим ринком та якісно обґрунтованою, відповідною до господарських запитів пропозицією означило провідне місце галузі сільськогосподарського

машинобудування як у південноукраїнському регіоні, так Росії в цілому.

Першочерговою увагою як господарів, так і виробників користувалася техніка, що дозволяла заощадити часовий та людський ресурси – надто важливі при екстенсивному землеробстві. Справжньою «візитівкою» регіону серед ґрунтообробних знарядь стали букери та плуги колоністського зразку, а серед збиральної техніки – жниварка–«лобогрійка». Їхнє використання та розповсюдження (а, відповідно, конструювання та виробництво) становило характерну особливість південноукраїнського регіону та обумовлювалося безпосередньо потребами специфікою місцевого господарювання. Позитивні практичні результати використання машин, зростаючі вимоги хлібного ринку, перехід до інтенсивного землеробства спонукали південноукраїнських сільських господарів до поповнення господарчого арсеналу новими різновидами удосконаленої техніки та сприяли зростанню агротехнічної культури у регіоні.

ЛІТЕРАТУРА

1. 1891 год в сельскохозяйственном отношении по ответам, полученным от хозяев / Деп. земледелия и сел. пром-сти. Санкт-Петербург: тип. В. Ф. Киршбаума, 1892. Ч. 3: Общий обзор года. 154 с.

2. 18027. Января, 21. Высочайше утвержденные Условия деятельности в России Бельгийского акционерного Общества, под названием «Торгово-промышленное анонимное Общество Джон Гриевз и Ко в Бердянске». *Полное собрание законов Российской империи : Собрание третье: [С 1 марта 1881 года]* : [В 33-х т.]. – СПб. : Государственная Типография, 1902. Т. 20 : 1900, отд-ние 1 : от № 17968–19504 и дополнения. С. 36–37.

3. 9 августа. *Одесский Вестник*, 1886, 221, 18 (30) августа, с. 3.

4. Адрес-календарь и справочная книга «Елисаветград» на 1888 год /под ред. М. Гольденберга. Елисаветград: Типо-Литография Гольденберга, 1887. 40 с.

5. Акционерно-паевые предприятия России [на 1915 год] / Под общ. ред. В. В. Лаврова. Москва : М. Лавров, 1915. 679 с.

6. Аннєнков І. О. Розвиток сільськогосподарського машинобудування України (питання періодизації). *Історія науки і біографістика*. 2009. Вип. 1. С. 1–21. URL: http://inb.dnsgb.com.ua/2009-1/09_anenkov.pdf (дата звернення 15.04.2022).

7. Артоболевский И., Благонравов А. Очерки истории техники в России (1861–1917). Москва: Наука, 1975. 397 с.

8. Арцыбашев Д. Д. Сельскохозяйственные машины и орудия : пособие при выборе и уход за сельскохозяйственными машинами и орудиями. Санкт-Петербург : Журн. «Хозяин», 1903. 650 с.

9. Арцыбашев Д. Д. Александровский машиностроительный район. *Земледельческая газета*. 1905. №47. С. 817–826.

10. Арцыбашев Д. Д. *Важнейшие сельскохозяйственные орудия и машины.* Санкт-Петербург: Сельский вестник, 1908.

11. Бичук И. *Верхняя Хортица: Исторический очерк* : Рукопись. Запорожье, 1980. Режим доступу: https://zounb.zp.ua/sites/default/files/imce/pdf/2018/vh1980.pdf. (дата звернення: 01.03.2022).

12. Босий П. Роберт Пірс Ельворті. Кіровоград, 2012. 342 с.

13. Венгер Н. В. Династия Леппов и их предприятие. *Вопросы германской истории* Днепропетровск : РВВ ДГУ, 1998. С. 53–62.

14. Венгер Н. В. Меннонитское предпринимательство в условиях модернизации юга России. Между конгрегацией, кланом и российским обществом (1789–1920). Днепропетровск : Днепропетров. нац. ун-т, 2009. 696 с.

15. Венгер Н. Менонітське підприємництво і розвиток машинобудування на півдні України (30-ті рр. XIX ст. – 1914 р.). *Етнічна історія народів Європи : Збірник наукових праць*. К. : УНІСЕРВ, 2004. Вип. 16. 176 с.

16. Весь Бердянск и его уезд. Адресно-справочная и торгово-промышленная книга. Симферополь : типо-лит. Звенигородскаго П. Ф. Вересотской и Брахтман, 1911. 97 с.

17. Вовкотруб Ю. Сільськогосподарські машини та їх застосування в аграрному секторі Наддніпрянської України (2-га половина XIX – початок XX ст.). *Український селянин.*2006. Вип. 10. С. 249–252.

18. Водотика Тетяна. Міське підприємництво другої половини XIX – початку XX ст. Як починали, вели та (не) втрачали бізнес. *Histop!ans [online]*. 2017. 17 квітня. URL: http://www.historians.in.ua/index.php/en/doslidzhennya/2161-tetyana-vodotika-miske-pidpriemnitstvo-drugoji-polovini-khikh-pochatku-khkh-st-yak-pochinali-veli-ta-ne-vtrachali-biznes (дата звернення: 12.03.2022).

19. Воронцов В. П. Прогрессивные течения в крестьянском хозяйстве. Санкт-Петербург: Типография И. Н. Скороходова, 1892.

20. Гедьо А. В., Кухлєв А.С. Французи Півдня України за мемуарами Б. Є. Вадона. *Исторические и политологические исследования.* 2013. № 1 (51) С. 21–27. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25907128 (дата звернення: 11.03.2022).

21. Горячкин В. *Очерки сельскохозяйственных машин и орудий.* Вып. 1: Молотилки. Санкт-Петербург: Бесплатное приложение к журналу «Хозяин», Типография И. Гольдберга, 1905a.

22. Горячкин В. *Очерки сельскохозяйственных машин и орудий.* Вып. 2: Плуги. Санкт-Петербург: Бесплатное приложение к журналу «Хозяин», Типография И. Гольдберга, 1905b.

23. Гузев В. История Леппов и Вальманов и их предприятия. *Mennonitische Geschichte und Ahnenforschung*. 2012 С. 1–60. URL: http://chor.square7.ch/wgusew1.pdf (дата звернення: 15.03.2022).

24. Ежегодник Голос Юга : Адрес-календарь и Справочная книга по г. Елисаветград и уезду. Елисаветград : Издание редакции газеты «Голос Юга», 1913. 328 с.

25. Екатеринославская губерния. Памятная книга и адрес-календарь Екатеринославской губернии на 1900 год / под ред. Я. Г. Гололобова.

Екатеринослав: Изд-во губернского статистического комитета, 1899. Вып. 1. 407 с.

26. Екатеринославский адрес-календарь на 1915 год. Екатеринослав : издание Губ. тип., 1915. 541 с.

27. Енин И. О работе сенокосилки и жнеи Леппа и Вальмана. *Земледельческая газета*, 1884, с. 803.

28. Енин И. О работе сенокосилки и жнеи Леппа и ВАльмана. *Земледельческая газета*, 1884, с. 802-803.

29. Ефимов С. История развития зерновых (хлебных) уборочных машин. *История техники*. Москва-Ленинград: ОНТИ, 1937. Вып. 6. С. 17–65.

30. Измайловская Е. Русское сельскохозяйственное машиностроение М.: Изд-во С.А. Фалькинера, 1920. 164 с.

31. *Історія Української РСР / за* ред. А. Шевелєва А. та ін.. К.: Наукова думка, 1978. Т. 3: Україна в період розкладу і кризи феодально-кріпосницької системи. Скасування кріпосного права і розвиток капіталізму (XIX ст.).

32. История фабрик и заводов: «Красная Звезда» / авт. колл. Безтака П. М., Линовиченко С. С., Портнов Д. З. Днепропетровск : Изд. «Промінь», 1974. 125 с.

33. Калагеорги Н. Экскурсия на реку Молочную. Опыт сельскохозяйственного и экономического исследования южнорусских хозяйств русских землевладельцев- меннонитов и колонистов и лютеран. Санкт-Петербург: Изд-во В. Ф. Демакова, 1878. 105 с.

34. Кауфман А. А. К вопросу о культурно-хозяйственнном значении частного землевладения. *Аграрный вопрос* : сборник статей. Москва: Издательство «Беседа», 1907. Т. 2. С. 442–628.

35. Кафенгауз Л. Б. Развитие русского сельскохозяйственного машиностроения : Труды Харьковского общества сельского хозяйства. Харьков : Типо-литография Ю. М. Беркман, 1910. 60 с.

36. Королев Ф. Конкурс земледельческих машин и орудий. *Всероссийская сельскохозяйственная выставка в г. Харькове в 1887 г*. Харьков: Харьковское общество сельского хозяйства, 1890. Отд. 6, с. 35–64.

37. Королев Ф. Земледельческие машины. Брокгауз Ф., Ефрон, И. *Энциклопедический словарь*. Санкт-Петербург: Типо-литография И. А. Ефрона, 1894. Т. 12: Жилы – Земпах. С. 421–423.

38. Крючков Ю. С. Братья Донские и их потомки. Николаев: Издательство Ирины Гудым, 2009. 60 с.

39. Лиман І., Константінова В., Данченко Є. Британський консул і промисловець Джон Грієвз. Бердянськ: Видавець Ткачук О. В., 2017. 200 с.

40. Лиман І., Константінова В. *Український Південь очима консулів Британської імперії 19 - початку 20 ст*. Київ, 2018. Том 1: Британські консули в портовому місті Бердянську. 630 с.

41. Литощенко Л. Таможенное обложение в России сельскохозяйственных машин и орудий. *Труды Харьковскаго общества сельскаго хозяйства*. Харьков: Типография и литография М. Сергеева и К. Гальченка, 1910. Вып. 1: О таможенных пошлинах на сельскохозяйственные машины и орудия. С. 80–99.

42. *Материалы для оценки земель Екатеринославской губернии*, 1899. Т. 1: Екатеринославский уезд. Екатеринослав: Печатня С. П. Яковлева.

43. *Материалы для оценки земель Херсонской губернии*, 1886. Т. II: Елисаветградский уезд (статистико-экономическое описание уезда). Херсон: Типография М. К. Аспера.

44. *Материалы для оценки земель Херсонской губернии*, 1890. Т. VI: Херсонский уезд (статистико-экономическое описание уезда). Херсон: Типография О. Д. Ходушкиной.

45. *Материалы по вопросу стоимости обработки земли в Европейской России*, 1889. Санкт-Петербург: Издание Центрального Статистического Комитета МВД.

46. Машиностроительный и чугунолитейный завод Лепп и Вальман (с. Хортица, Екатеринославская губерния). Прейс-курант земледельческих машин и запасных к ним частей механическаго и чугуно-литейнаго завода Лепп и Вальман. 1884 г., № 8. Санкт-Петербург : Тип. т-ва «Общественная польза», 1884. 20 с.

47. Машиностроительные и чугунолитейные заводы «Лепп и Вальман» : Иллюстрированный каталог. Александровск, 1910. 56 с.

48. Мезенцов В. Отчет по шестому отделу выставки. Земледельческие орудия и машины. *Всероссийская сельскохозяйственная выставка в г. Харькове в 1887 г*. Харьков: Харьковское общество сельского хозяйства. 1890. Отд. 6 А, с. 1–34.

49. Мельников Н. П. Современное состояние промышленности на Юге России в связи с Сельскохозяйственной и заводской выставкой 1884 года в Одессе, устраиваемой Императорским Обществом сельского хозяйства Южной России : С прил. «Фабричного устава» [инж.-технол. В. Рюмина]. Одесса : изд. Техн. бюро инж.-технол. Н. . Мельникова, 1884. 598 с.

50. Минин П. И. История плуга в России. *История машиностроения и транспорта*: Сборник статей / под ред. В. Чеканова, В. Остольского. Москва: Издательство Академии наук СССР, 1956. Т. 8. С. 3–18.

51. Несмиян А., Ценч Ю. Тенденции и перспективы развития отечественной техники для посева зерновых культур. *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2018. Вып. 13. №3 3. С. 45–52. DOI: https://doi.org/10.22314/2073-7599-2018-12-3-45-52

52. Памятная книга и адрес-календарь Екатеринославской губернии на 1900. Екатеринослав: Изд-во губернского статистического комитета,.1900. 242 с.

53. Плесская Э. Г. Вклад немцев в промышленное развитие Одессы с попыткой рассмотрения культурологического аспекта проблемы. *Немцы Одессы и одесского региона : Сборник докладов, сделанных на международных научных конференциях в Гёттингене (Германия)*. Одесса: «Астропринт», 2003. С.137–162.

54. Постников В. Е. *Южнорусское крестьянское хозяйство*. Москва: Типо-литография Товарищества И. Н. Кушнерев и Ко, 1891. 391 с.

55. Рева И. Земледельческие орудия и сельскохозяйственные машины. *Киевская сельско-хозяйственная и промышленная выставка 1897 года и ее*

участники / под ред. И. Лещенка. Киев: типография С. В. Кульженко, 1898. Ч. 2А С. 32–33.

56. Россия. Департамент земледелия и сельской промышленности. Сборник сведений по Департаменту земледелия и сельской промышленности / М-во гос. имуществ. Санкт-Петербург, 1879. Вып. 1. 183 с.

57. *Россия. Полное географическое описание нашего Отечества. Настольная и дорожная книга* / под ред. В. Семенова-Тянь-Шанского. Санкт-Петербург: Издание А.Ф.Девриена, 1910. Т. 14: Новороссия и Крым.

58. *Сборник статистических сведений по Екатеринославской губернии.* Екатеринослав: Типография Я. М. Чаусского, 1886. Т. 2: Бахмутский уезд.

59. *Сборник статистических сведений по Екатеринославской губернии.* Екатеринослав: Типография Я. М. Чаусского, 1886. Вып. 3: Славяносербский уезд.

60. Список фабрик и заводов России 1910 г. : по официальным данным фабричного, податного и горного надзора / составлено редакцией «Торгово-промышленной газеты» и «Вестника финансов» ; Министерство финансов и Министерство торговли и промышленности. 2-е изд. Москва [и другие] : издано Торговым домом Л. и Э. Метуль и К°, [1910]. 1034 с.

61. Теплицький В. П. Реформа 1861 року і аграрні відносини на Україні (60–90-ті роки XIX ст.). Київ: Видавництво АН УРСР, 1959. 308 с.

62. Устав торгово-промышленного общества «Лепп и Вальман». СПб : Сенатская тип., 1904. 22 с.

63. Фабрики, заводы и рудники. Справочная книга Екатеринославской губернии на 1903 г. / изд. Н. И. Гаврилов. Екатеринослав : Товарищество «Печатня С. П. Яковлева», 1903. 404 с.

64. Фабрично-заводская промышленность и торговля России / Министерство финансов, Департамент торговли и мануфактур. Изд. 2-е, испр. и доп. Санкт-Петербург : Типография И. А. Ефрона, 1896. 636 с.

65. Фабрично-заводские предприятия Российской империи (исключая Финляндию) / изд. Инж. Пут. Сообщ. Д П Кандауров и сын; ред. Ф. Л. Шобер. Петроград : «Электро-Типография Н. Я. Стойковой», 1914.

66. Хоменко Т., Шквира З., Мудрук О. Сільськогосподарське машинобудування на теренах України. *Історія науки і біографістика*. 2007. №1. С. 1–11. URL: http://inb.dnsgb.com.ua/2007-1/07htvmtu.pdf (дата звернення: 01.03.2021).

67. Хроника. Деятельность сельско-хозяйственных складов Переселенческого Управления за 1912 год. *Вопросы колонизации. Периодический сборник.* № 14 / под ред. Г. Чиркина и Н Гаврилова. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский книжный магазин «Учебное Дело», 1914. С. 254–281.

68. Черняев В. В. Настоящее положение сельскохозяйственного машиностроения и его нужды. Санкт-Петербург : тип. В. Демакова, 1879. 37 с.

69. Черняев В. В. Отдел земледельческих орудий и машин на Всероссийской сельскохозяйственной выставке в Харькове 1887 г. Харьков : Тип. Губернского правления, 1888. 48 с.

70. Черняев В. В. Русское сельскохозяйственное машиностроение : (Из путевых заметок). Санкт-Петербург : тип. В. Демакова, 1881. 103 с.

71. Шаховской Н. Сельскохозяйственные отхожие промыслы. М. : Тип. товарищества И.Д. Сытина, 1896. 253 с.

72. Швайка І. О. Внесок німецьких колоністів в історію розвитку Українського сільськогосподарського машинобудування (середина XIX – початок XX століття). *Вісник Маріупольського державного університету. Серія історія та політологія.* 2016. Вип. 16. С. 155–160.

73. 30. Южнорусская областная сельскохозяйственная, кустарная и промышленная выставка 1910 года в г. Екатеринослав / изд. Екатериносл. Губерн. Земства / под общ. ред. А. Ф. Родзевича- Белевича. Екатеринослав : Типо-Цинкография Густава Берса, 1912.

74. Ярошко А. А. Рабочий вопрос на Юге: Его прошедшее, настоящее и будущее. Москва: Типо-литография товарищества И. Н. Кушнерев и К°, 1894. 217 с.

75. Ярошко А. А. Роль сельскохозяйственной машины на Юге в связи с рабочим вопросом: Докл. д. чл. А.А. Ярошко в заседании 7 янв. 1894 г. Москва: Товарищество скоропеч. А. А. Левенсон, 1894. 26 с.

76. Agricultural Machinery in South Russia. *The Scotsman.* 1912. August, 7. P. 7.

77. Entrepreneurship in Imperial Russia and the Soviet Union / ed. By Gregory Guroff, Fred V. Carstensen. Princeton : Princeton University Press, 1983. 384 p.

78. Epp D. Sketches from the pioneer years of the industry in the Mennonite settlements of South Russia. *Der Bote.* 1939. July, 13. P. 1–80.

79. Kropotkin P. Fields, Factories and Workshops. New Brunswick and London, 1993.

ГУМАНІТАРИСТИКА, ГУМАНІТАРНЕ ЗНАННЯ, ГУМАНІТАРНИЙ ДИСКУРС, ГУМАНІТАРНІ НАУКИ ДЛЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ НАВЧАННЯ ФАХІВЦЯ-АГРАРІЯ

Стасюк Т. В.

У академічній, педагогічній, аплікативно-технологічній, вільно-дискурсивній, медійній практиці початку XXI століття склався певний стереотип сприйняття і вживання термінів «*гуманітаристика*», «*гуманітарне знання*», «*гуманітарний дискурс*» як повних синонімів. У статтях, розвідках, монографіях, дослідженнях, на сайтах, у новинних стрічках, стрімах популярних комунікаторів є почасти очевидна смислова плутанина, а подекуди – пряма заміна понять: термін «*гуманітарні науки*», буває, зіставляють з усіма означеними концептами, відходячи від позначення власне дисциплінарної парадигми.

Актуальність дослідження зумовлена потребою визначення статусу гуманітарного знання в системі сучасного наукового знання, а також вимогами часу – розгортанням нових блоків гуманітарної парадигми в освітянському й соціомедійному дискурсі. Це коригування понять виявилося необхідним через те, що за останні двадцять років відбулися істотні зрушення у світовому перерозподілі ціннісних орієнтирів у науці й освіті.

Сьогодні достатньо коректною й плодотворною видається спроба не тільки представити аналізовану сукупність концептів як єдине смислове ціле, а й розглянути специфіку й семантичне наповнення кожного з названих компонентів. Окреслення різних граней фундаментального поняття «*гуманітаристика*» дозволить сягнути ще значнішого рубікону – розробити модель гуманітарної підготовки майбутніх фахівців аграрної сфери у закладах вищої освіти.

Перехід до ідей сучасної гуманітаристики обґрунтований узагальненням найновіших досягнень світової семантики, лінгвістики, психології, когнітивістики, аксіології, філософії, історії, педагогіки, представлених у дослідженнях: німецьких науковців В. Мартіна (W. Martin), А. Верхагена (A. Verhagen), британських учених П. Свонпола (P. Swanpall), Дж.-К. Сейджера (J. C. Sager), І. Шліфа (E. Schleef), австрійських лінгвістів-семантистів Дж. Майкінга (J. Myking), П. Вайсенгофера (P. Weissenhofer), канадських дослідників І. Меєр (I. Meyer), М.-К. ле Хомм (M. C. L'Homme), Дж. Морая (J. Maurais), африканського лінгвіста Ю.-А. Махмуда (U. A. Mahmud), арабського лінгвіста Б.-Д. Сміта (B. D. Smith), ірландського науковця У. Бресна (Una Bhreathnach), бельгійського лінгвіста Р. Теммерман (R. Temmerman), іспанського філолога П. Фабер Бенітез (Pamela Faber Benítez) та ін.

Гуманітарна парадигма змінювалась під впливом ідей філософів (Р. Грінліф, Р. Ділтс, Е. Дірінг, Дж. Рассел, Н. Плесс, Б. Басс, Р. Стогділ, А. Файоль, Дж. Коттер, О. Тід, Т. Бендас, Р. Дафт, Б. Паригін, Д. Крек); розробників педагогічних технологій (В. Беспалько, Т. Олійник, І. Дичківська, М. Кларін, О. Пєхота, С. Сисоєва, В. Зайцев, М. Муравйова), зокрема технологій інтерактивного навчання (Н. Волкова, О. Пометун, О. Набока, М. Реньш, J. Myers, H. Srinivas), теорії компетентнісного навчання (Н. Бібік, І. Зимня, В. Пономаренко, І. Зязюн, Е. Зеєр), аксіологічного виховання

(Л. Божович, Г. Залеський, А. Здравомислов, В. М'ясищев), особистісно зорієнтованого навчання (І. Бех, Д. Белухіна, О. Бондаревська, І. Зимня, Г. Селевко, В. Серіков, І. Якиманська), методики педагогічних досліджень (С. Сисоєва, І. Підласий, В. Сидоренко, С. Гончаренко, Ю. Бабанский, Р. Нємов, П. Образцов, А. Хуторський, О. Кучерявий, Н. Волкова, Д. Райгородський, С. Решетник, Н. Тверезовська), фахівців з теорії міждисциплінарної підготовки (Л. Сидорчук, О. Чорна, М. Берулава, В. Максимова, П. Покудіна, А. Колот, Ю. Олізько, І. Козловська, Н. Світловска); фахівців з вищої професійної освіти (О. Беспалько, Е. Зеєр, І. Підласий, О. Смалько), науковців-психологів, які вивчали єдність свідомості та діяльності (Л. Виготський, О. Леонтьєв).

Зв'язок статті з науковими програмами, планами, темами. Дослідження відповідає науковій темі кафедри філології ДДАЕУ «Мовно-професійна підготовка фахівців: лінгвальний, соціальний, когнітивний, комунікативний, культурний аспекти» (0116U005132).

Мета написання статті – концептуально й семантично окреслити поняття «гуманітаристика», «гуманітарне знання», «гуманітарний дискурс», «гуманітарна парадигма», «гуманітарні науки» та сформулювати принципи гуманітарної підготовки майбутніх фахівців аграрної сфери у закладах вищої освіти.

Поставлена мета зумовила розв'язання таких завдань дослідження:

- витлумачити основні метатерміни гуманітаристики;
- обґрунтувати необхідність збереження гуманітарної парадигми;
- сформулювати пропозиції щодо гуманітарної підготовки фахівців-аграріїв.

1. Основні метатерміни гуманітаристики

Розвиток освіти як безперервного процесу передбачає, що основним завданням діяльності ЗВО є не тільки підготовка висококваліфікованих фахівців, а й формування особистості студентів через гармонійне поєднання морально-етичних, психологічних, культурних і професійних якостей. Професії аграрно-промислового комплексу (агроном, еколог, ветеринар, технолог, інженер-механік) є суміжними й потребують всебічної й ретельно спланованої підготовки. Злободенною постає гуманітарна проблематика для аграрних вишів тому, що фахівці сільськогосподарської галузі здобувають різноманітні компетентності не тільки в межах поля «людина-техніка», а й у межах сфер «людина-природа» та «людина-людина». Фахівці-аграрії двох останніх названих сфер повинні розвинути в собі моральні, особистісно-професійні, соціум-орієнтовані якості, усвідомлювати значення аграрної діяльності для суспільства, для збереження природи, здоров'я та добробуту людей, відповідати за наслідки своїх дій і вчинків, мати високий рівень загальної культури й моральної відповідальності.

Загалом у змісті навчання студентів аграрних вишів сьогодні переважає фахова освіта й нівелюється гуманітарна компонента [1, с. 11]. Слабкою стороною навчання є брак моральної, психологічної, духовної підготовки в той час, як саме вивчення гуманітарних дисциплін сприяє особистісному розвитку майбутнього фахівця-аграрія, його ефективній професійній соціалізації.

Концепція гуманітаризації освітнього процесу в аграрних вишах полягає в посиленні ролі гуманітарних дисциплін і гуманітарно орієнтованого вивчення інших навчальних дисциплін; максимальному наближенні навчальних дисциплін (змістовно) до майбутніх потреб фахівця; диференціації навчання, створенні умов для апробування студентом власних задатків і переваг у різних видах діяльності й пошуку себе; поєднанні загальнолюдських і національних цінностей, вихованні на основі моральності [2, с. 83]. Ці аспекти навчального процесу вивчає й розробляє гуманітаристика.

Досліджувана область науки постає як певний діяльнісний простір щодо застосування гуманітарного знання, чи то як несформованого в певні гуманітарні концепти, чи то як оформленого в межі окремих гуманітарних наук, в освіті, дискурсі, парадигмі – як власне гуманітарних, так і поза означеним контекстом.

Семантичне ядро концептуального поля «*гуманітарний*» утворюється навколо основної семи латинського слова «*humanitas*», яке перекладаємо «букв. людство, людяність, людська природа; освіченість; духовна культура». За визначенням словників, гуманітарний – це: 1) «який належить до суспільних наук, що вивчають людину і її культуру» (Словник української мови) [3]; 2) «який стосується людини та її культури, звернений до людської особистості, її прав та інтересів» (Словник іншомовних соціокультурних термінів) [4]; 3) «який стосується людського суспільства, людини як члена суспільства, її прав та обов'язків» (Великий тлумачний словник сучасної української мови) [5]; 4) «добродійний» (Словник чужослів Павла Штепи) [5].

Відповідно, поняття «*гуманітарне знання*» набуло таких трактувань: 1) «знання про внутрішній світ людини, виражений у матеріальних та ідеальних культурних утвореннях, наділених людськими значеннями, цінностями, смислами» [6, с. 9]; 2) «знання, що забезпечує особистісний та індивідуальний розвиток людини через створення умов для її самостійного духовно-інтелектуального зростання» [7, с. 49]; 3) «знання, що є підґрунтям для вивчення та розуміння досвіду людства» [8, с. 19].

При розширеному розумінні гуманітарного знання актуальним стає питання про його можливу типологію та про критерії типологізації. При першому наближенні до проблеми найбільш очевидними є два критерії: соціально-антропологічний і корпорально-спіритуалістичний (від лат. corpus – тіло і spiritus – дух). На підставі першого природним чином складається дуальна система – знання про людину та суспільство; на підставі другого – триєдність знання про тіло, душу і дух, які розуміються не в термінологічно вузькому, але в найширшому сенсі (напр.: соціальне тіло; душа/дух народу; дух часу тощо).

Поняття «*гуманітарний дискурс*» – тісно пов'язане, а можливо, навіть виходить з поняття «*гуманітарне знання*». 1) Власне дискурс (від лат. discursus – бігання, колообіг) – термін філософії та гуманітарних досліджень, з допомогою якого позначають аргументоване усне чи письмове обговорення будь-якої теми, в якому предметом дискусії стають і самі способи аргументації; будь-яке мовлення, розмова, дискусія, особливості яких характеризують мовця [9]. 2) Дискурс – це ситуативно зумовлена інтерсуб'єктна мовленнєво-розумова

діяльність, спрямована на взаємну орієнтацію у життєвому просторі на основі надання мовній формі семіотичної значущості [10, с. 11]. 3) У сфері соціальних наук інтерес до дискурсу пов'язується з інтересом до проблем особистості й теорії комунікації як соціального процесу побудови світу. У психології, що стоїть на позиціях інтеракціонізму, дискурс розглядається як соціальна діяльність в умовах реального світу. У філософії термін «дискурс» застосовується на позначення утворення, що має мисленнєво-комунікативну природу та належить до об'єктів, які можуть інтерпретуватися лише у світлі нелінійної парадигми [11]. 4) У лінгвістиці дискурс розуміють як текст, занурений в ситуацію спілкування та характеризований багатовимірністю. З позицій прагмалінгвістики дискурс становить інтерактивну діяльність учасників спілкування, встановлення й підтримку контакту, інформаційний та емоційний обмін, здійснення впливу один на одного, переплетення комунікативних стратегій та їх вербальних і невербальних утілень у практиці спілкування. З позицій психолінгвістики дискурс цікавий як розгортання переключення від внутрішнього коду особистості до зовнішньої вербалізації почуттів, прагнень, інтересів. Спостереження за мотивацією мовлення та його інтерпретацією здійснюються з урахуванням соціально-психологічних типів мовних особистостей, їхніх рольових настанов [12, с.24]. 5) З позицій когнітивної лінгвістики дискурс розуміють як мовлення в контексті соціальної і мисленнєвої діяльності, що спродуковано внутрішньою ментальною діяльністю людської свідомості. Вивчається роль дискурсу в процесі пізнання світу, фіксації структур знання й досвіду, в актах сприйняття й осмислення навколишнього середовища [13, с. 25–28]. 6) В українській найновішій лінгвістиці автором К. С. Серажим вироблене різногранне визначення поняття «дискурс», що трактується як складний соціолінгвістичний феномен сучасного комунікативного середовища, який, по-перше, детермінується (прямо чи опосередковано) його соціокультурними, політичними, прагматично-ситуативними, психологічними й іншими чинниками; по-друге, має «видиму» (лінгвістичну – зв'язний текст чи його семантично значущий і синтаксично завершений фрагмент) і «невидиму» (екстралінгвістичну – знання про світ, думки, настанови, мету адресанта, необхідні для розуміння цього тексту) структуру; по-третє, характеризується спільністю світу, що «будується» впродовж розгортання дискурсу його репродуцентом (автором) та інтерпретується його реципієнтом (слухачем, читачем тощо) [11, с. 13]. Незважаючи на різноманітність дефініцій поняття «дискурс», вони не взаємовиключають одна одну, а доповнюють, надаючи поняттю всебічної деталізації.

Поняття «*гуманітарний дискурс*» знаходить семантичне підґрунтя на понятті «дискурс», звужуючи обсяг значення до розуміння розгортання власне дискурсу в гуманітарній, духовно-моральній, психологічній, соціальній, когнітивній площині ментально-мовної діяльності людини чи соціуму. Він зосереджений на загальнолюдській проблематиці та спільних внутрішньо-психологічних аспектах, спрямовується великою мірою на задоволення універсальних потреб людського духу, на усвідомлення його єдності на основі загальновизнаних цінностей. У процесі гуманітарного пізнання людина не

задовольняється знанням лише окремих сторін реальності, що притаманно, зокрема, природничим наукам, а прагне побачити й усвідомити цю реальність, у зв'язку з іншою людиною, виявити різноманіття чинників, причин, наслідків, витоків, мотивів, прагнень, бажань, почуттів людей.

Коли феномени людського духу почали досліджуватися як об'єкти, стало очевидним, що їх можна спостерігати, вимірювати, класифікувати так само, як і об'єкти природи або техніки, тобто робити надбанням науки. Так виникли гуманітарні науки («науки про дух»)... Сфера впливу гуманітарних наук розширюється. Визнається їх важливість, причому не тільки у виховно-ідеологічному аспекті, але й у плані розробки моделей гуманітарних експертиз, технологій та ін. [6, с. 9].

У класичному розумінні, поняття «*гуманітарні науки*» має виміри: 1) «галузі досліджень, предметом яких є людина як суспільна (культурна, моральна, духовна) істота та все нею створене. Штучні життєві середовища – це не тільки знаряддя праці, житла, речі побутового вжитку, мистецькі витвори, а й уявлення, вірування, ідеї пізнавального змісту, звичаї та способи життя, суспільні й політичні установи» [13]; 2) «суспільні науки, пов'язані з дослідженням проблем розвитку людського суспільства (філософія, історія, політична економія, філологія, право, мистецтвознавство та ін.)» (Словник іншомовних слів Мельничука) [4]; 3) науки гуманітарної сфери, дисциплінарна галузь та компонента освітнього процесу, які практично реалізують у конференціях, семінарах, полеміках, дискусіях, що розгортаються як у власне академічному просторі, так і в засобах масової інформації, у віртуальному комунікативному просторі.

Сьогодні полемічним стає питання про «місце побутування» гуманітарних наук, яке співставляється з університетом як єдиним освітнім простором, де власне прихильники й захисники цих дисциплін можуть їх культивувати, в якому ці науки здатні існувати та розвиватися на спеціалізованих гуманітарних кафедрах. Останнім, втім, загрожує більш ніж реальна небезпека скасування за непотрібністю, і ця тенденція має не місцевий, а глобальний характер – на початку XXI століття.

Очевидно, що гуманітарне знання і гуманітарні науки є невід'ємними компонентами *гуманітаристики*, що не зводиться, однак, ні до перших, ні до другого, ні до їхньої арифметичної суми. 1) У сучасному найзагальнішому розумінні, поняття «*гуманітаристика*» – це міждисциплінарна галузь наукових досліджень і освітніх практик, що виникла на перетині різних гуманітарних дисциплін (визначення авт. – Т. С.). 2) Вужче трактування дозволяє стверджувати, що «*гуманітаристика*» – певний діяльнісний простір суб'єктивності, підхід суб'єкта до освоєння світу, ракурс ставлення до навколишньої реальності, способи пошуку відповіді на запитання «Хто є я?» (визначення авт. – Т. С.). 3) За облаштуванням «*гуманітаристика*» – мультипредметне утворення на підставі діалогічності, системності та обов'язкового суб'єктоцентризму, що в кожній своїй області застосовує метод суб'єктивного герменевтичного тлумачення явищ дійсності.

На думку одеського науковця-філософа О. І. Афанасьєва, «загалом у гуманітаристиці необхідно розрізняти три сфери знань. 1) Перша відповідає суворим стандартам науковості... Тут застосовуються математичні моделі, строгі методи

тощо. Сюди належать поля лінгвістики, деякі розділи літературознавства та психології, квантитативну історію та соціологію тощо. 2) Друга сфера використовує розмитіші стандарти науковості, м'які критерії раціональності, несуворі методи, наративні пояснення, філософські концепції. Але прагне дотримуватись багатьох принципів класичної науки: доказовість, обґрунтованість, підтверджуваність та ін. Сюди належать більша частина літературознавства, деякі розділи психології, кваліативна кількісна історія та соціологія, мікроісторія, педагогіка. 3) Третя важлива сфера гуманітаристики є позанауковою, тому, що свідомо відмовляється від низки вимог науки: від об'єктивності, як літературна критика, від природності в поясненні, вдаючись до визнання вищих сил як теологія, від експерименту як філософія… Це аж ніяк не зменшує їх переваг, навпаки, робить вільнішими і менш пов'язаними обмеженнями» [17].

2. Необхідність збереження гуманітарної парадигми

У сучасному світі вкрай необхідно акцентувати увагу на збереженні гуманітарної компоненти освіти, адже гуманітарне мислення і гуманітарне знання формують культурну людину й продукують гуманістично-особистісні виміри буття. Саме з урахуванням історико-культурного контексту розвитку української освіти здійснюється теоретичне осмислення динаміки сучасного світу і його впливу на стан освіти, на виховання особистості, майбутніх поколінь.

Загалом завдяки вивченню гуманітарних наук у людини зміцнюється відчуття стійкого зв'язку зі своєю культурою. Водночас особистістю усвідомлюється належність до світових культур. Це є надзвичайно важливим для українського суспільства, яке хоче зберегти свою ідентичність і не втратити здатність адекватно реагувати на виклики технократичного, глобалізованого світу. Лише добре організована гуманітарна освіта має виконувати таке завдання.

Суттєвим є ще один аспект утвердження нових стратегій розвитку гуманітарної освіти. Йдеться про усвідомлення необхідності постійного спілкування однієї людини з іншими, студента і викладача з метою досягнення взаєморозуміння, орієнтація на діалог (сократичний самоаналіз) між суб'єктами освітнього процесу, і як наслідок – розвиток нестандартного і творчого мислення. В межах старої парадигми освіти, на жаль, спостерігається певний «дефіцит» творчості. Ця обставина посилюється відсутністю умов і каналів для безперешкодного спілкування, обміну і співробітництва між викладачем та студентом в університетах. Творче мислення розвивається передусім за допомогою діалогу. Воно постає як діалогічне зіткнення як мінімум двох радикально різних культур мислення, поєднаних в єдиній логіці – логіці суперечки, діалозі логік [15].

Міжособистісна діалогічна взаємодія є найбільш ефективною, коли дотримується рівноправність партнерів у розкритті своїх творчих можливостей, культивується взаємна повага, визнається автономність кожної особистості. Атмосфера дружніх відносин, співробітництва в цілях творчості сприяє розвитку таких елементів свідомості, які набувають загальнолюдської значущості й сприяють найбільш повному і вільному розвитку особистості. Подібна зорієнтованість на діалог і розвиток творчих здібностей повинна брати

свій початок із сім'ї і продовжуватися через вивчення гуманітарних наук у школах, коледжах, університетах.

На початку XXI століття в гуманітарній сфері спостерігаємо деградаційні процеси, що виникли внаслідок нових тенденцій в суспільстві, серед яких:

• утвердження домінування прагматичних цінностей – вигода (економічна, політична, статусна та ін.) на всіх рівнях стає смислоутворювальним поняттям, що руйнує душу людини, знівечує особистість;

• дискурсивне зрушення ціннісно-смислової шкали як окремої людини, так і суспільства в цілому має неминучим результатом виражену кризу (перевернутість) мислення: одномоментні вигоди практичної якості видаються і усвідомлюються як неминущі вищі цінності, що призводить до прихованої підміни понять на рівні опозицій: добро – зло, прекрасне – потворне, комічне – трагічне, знання – інформація, спілкування – комунікація, мета – засіб, моральне – аморальне, вічне – минуще і багато інших.

• зміцнення споживацької культури, спрямованої на задоволення не тільки основних матеріальних і духовних вимог, але й навіть надуманих, штучно нав'язаних потреб, над вигадуванням яких сьогодні працюють цілі конгломерати;

• посилення технократичних тенденцій в суспільстві – науково-технічний прогрес знецінює моральний прогрес, духовне зростання особистості, культурний й естетичний розвиток; технократичне мислення науковців відкладає гуманітарну парадигму на останнє місце, порівняно з технічними, природничими, економічними науками, така ж орієнтація обивателів піддає сумніву традиційну роль гуманітарної освіти (школи, виховання) через неможливість гарантій соціального статусу в суспільстві, успіхів у спільнотах, визнаного самовираження;

• змінення виробництва – автоматизація, роботизація процесів виробництва, обслуговування, комунікації знецінює людський труд, надає надлишок вільного часу людям, які, вдаючись до пороків, гаяння часу, морально деградують, втрачають благородство, цілеспрямованість, організованість, відповідальність, смисли праці, творчості, досягнення результатів;

• життя й професійна діяльність у кризовому світі, який трансформується в напрямі не просто до глобальної цілісності, а саме катастрофічної цілісності, коли проблеми однієї країни чи суспільства ланцюжково породжують такі ж самі проблеми в інших країнах, що відбувається на різних рівнях життя, робить виклики свідомості, психіці, світобаченню людини, яка не спроможна вирішувати ці проблеми саме завдяки їх чужорідності для певного регіону й культури;

• безпорадність людини в умовах гуманітарних, еколологічних, фінансових, правових та багатьох інших локальних і трансконтинентальних криз, критичність зустрічі індивідуальної свідомості / психіки чи колективного розуму з явищем мультикризи, коли непідготовлена свідомість мусить знаходити вирішення кількох проблем одночасно в постійному режимі;

• принципова невідповідність фрагментарної свідомості, психіки миттєвих подій, розуму миттєвої інформації людини XXI ст. та агресивного вимушеного зовнішнього тиску до загального об'єднання без урахування специфіки історії, культур, звичаїв, ментальності, духовності, світобачення та ін.

• життя й діяльність людей у стані великої невизначеності через невідповідність швидко змінюваній парадигмі – один набір цінностей підмінюється іншим, що відбувається досить швидко через медійний вплив на свідомість споживачів інформації, а потім ще іншим, спричиненим чиєюсь новою стратегією спілкування з суспільством;

• неадаптованість людей у штучно створюваному «суспільстві знань», що розвивається завдяки інформаційним технологіям, що робить їх немічними перед певними змінами у суспільстві, на виробництві;

• тісні економічні, політичні, ділові зв'язки між різними країнами світу призводять до глобалізації структур управління, прийняття рішень, нав'язування економічних, політичних, промислових, соціальних, психологічних моделей в суспільстві, медійної пропаганди, роботи з масовою свідомістю, що призводить до шаблонної підготовки фахівців, виховання людей за примітизованими, уніфікованими лекалами.

Очевидним є те, що глобалізація накладає суттєвий відбиток на стан гуманітарної освіти. Вона пригнічує різносторонній розвиток студента через уніфікацію деталей, обставин, ситуацій, мотивів мислення й оцінювання. В глобальному світі різко трансформуються пріоритети в освіті, а тотальне панування детермінант економічного і політичного характеру, інститутів влади і бюрократії неминуче змінюють як саме суспільство, так і уявлення про місце та роль гуманітарних наук і гуманітарної освіти в ньому. Можна засвідчити досить обмежені перспективи гуманітарної освіти в глобальному, кризовому, критичному й невизначеному світі – скасування чималої кількості дисциплін, звуження кола тем у навчальних програмах, шаблонне написання програм і планів, спрощення подачі матеріалу до набору вихолощених відредагованих понять тощо.

Відповідно, структуротворчим елементом діяльності стає «простір нової реальності», навмисно і агресивно створюваний як антигуманітарний, що призводить до закономірної втрати суб'єкта, тобто втрати людини, її участі у процесах, життєдіяльності, а далі – втрати сенсу буття. Колосальні успіхи в сфері науково-технічного прогресу створюють реальні загрози для самого існування людства – людина втрачає усвідомлення, що тільки моральний прогрес і увага до духовного світу людини зможе гармонізувати цивілізаційні процеси.

З. Бауман і Л. Донскіс наголошують на тому, що екологічна криза, політичні й військові конфлікти, все частіші стихійні лиха, розвиток глобального капіталізму, тероризм та міграційні рухи суттєво впливають на людину та на її уявлення про себе. Глобальний світ стає реальністю, в якій людина спрямовано втрачає свою людськість [14, с. 16]. Досить негативно на стан гуманітарної освіти й культури в цілому впливає споживацьке суспільство з цінностями «хвилинної культури», «квапливої культури» [14, с. 173], де часто не залишається місця універсальному і людському. Однак, переорієнтація освіти виключно на економічну доцільність, споживацькі інтереси, на потреби одержання максимального прибутку, загрожує людині й людському світу. Тенденція такої переорієнтації закінчиться тим, що всі країни світу почнуть виробляти покоління корисних машин, а не повноцінних громадян, здатних самостійно мислити, критикувати, шукати рішення й розуміти інших людей.

Звісно, освіта – це досить лабільний соціальний інститут, який повинен реагувати на потреби часу і потреби суспільства, але це не означає, що варто повністю підкорювати себе диктату технократизму і споживацтва. Навпаки, відчужена від людини модель освіти є неефективною, а применшення значимості гуманітарного знання не дає можливості готувати справжніх фахівців-інтелектуалів. Сучасна освіта повинна бути інститутом, де молода людина має можливість вільно творити, поважати свободу думки, реалізувати свої сутнісні сили і можливості. В інтересах розвитку суспільства і людини слід, на нашу думку, компенсувати загальний дефіцит гуманітарної освіти й загальної культури. Зниження ролі гуманітарної освіти є небезпечним процесом, а його наслідки торкнуться практично всіх аспектів людського буття – від суто екзистенціальних до проблем управління державою. Освіта не може бути товаром, який продається і купується відповідно до кон'юнктури. Гуманітарні науки ніколи не були й зараз не можуть бути повністю прагматичними й відповідати вимогам лише економічної доцільності, вони не приносять великих доходів, їх не можна оцінити в категоріях прибутку і витрат. Значення гуманітарної освіти є незмірно вищим. Її призначенням є розвиток критичного мислення й здатності оцінювати, виховання духу, що у свою чергу спрямовує людину до самостійного й вільного вибору, до розумного супротиву сліпій силі нав’язаних поглядів і влади авторитетів. Гуманітарна освіта допомагає людині віднайти себе, зрозуміти призначення і сенс існування в цьому світі. Вивчаючи гуманітарні науки, ми торкаємось життєвого світу іншого, ставимо себе на місце іншого, враховуємо думку іншого, бачимо в іншому самодостатню особистість. В центрі моделі гуманітарної освіти повинна бути людина і людські відносини [15].

Завдяки системному підходу українська освіта постає як цілісне явище, як єдність різних характеристик, сторін і аспектів, що визначили її особливості. Такого розвитку освітня система досягла до нині, й найкращі тенденції класичного виховання особистості студента мають бути збережені. Гуманітарна освіта є сукупністю знань в галузі гуманітарних наук, а також пов’язаних з ними навичок і умінь. Вона виконує важливі функції в суспільстві, постає суттєвим чинником впливу на людину, є одним із засобів формування її духовного світу. В арсеналі гуманітарної освіти зосереджені великі можливості для розумового, етичного, естетичного виховання особистості. Гуманітарні науки покликані формувати ту частину духовної культури, в якій особистість відтворює (а згодом реалізує) себе у своїй людській цінності, у повноті свого духовного життя.

Призначення гуманітарних наук у тому, що вони повинні готувати молодих людей до життя в розмаїтому і взаємозалежному світі, де існує етнічна, національна, релігійна різноманітність, де співіснують і взаємодіють фізично здорові люди і люди з особливими потребами, де люди роблять вибір, який радикально змінює їх життя.

Гуманітарні науки й гуманітарна освіта покликані формувати у молоді здатність до критичного мислення, самостійності у судженнях і вільного міркування, що є необхідним для культурного та політичного розвитку і співжиття. Через усвідомлення належності молодої людини до певної

культурної традиції, гуманітарні науки створюють атмосферу відповідальності за свої дії і свій вибір. Вони формують культуру толерантності та взаєморозуміння при всіх численних розбіжностях, характерних для сучасного світу: людина завжди повинна розвивати й відточувати здатність поставити себе на місце іншої людини і бачити в іншому цінність.

Осередками гуманітарної освіти мають залишатися університети, де молода людина навчається мислити. Саме цим університети відрізняються від школи. Людина тут не лише здобуває знання, але й вчиться бути собою, спрямовувати знання на свій саморозвиток й удосконалення, без чого неможлива реалізація людиною своєї сутності. Отже, університет повинен залишатися однією з головних інституцій гуманітарної освіти, де відбувається формування культурної людини. Такий висновок має під собою цілком очевидні підстави.

Але на шляху збереження гуманітаристики в університеті як інституті її законного існування, розвитку й розквіту на початку XXI століття створено суттєві перепони, а інколи навіть прямі загрози, серед яких:

• феномен так званого споживацького університету – на перший план виведено науки й уміння, які дають корисний економічний і практичний ефект, що відбувається під дією низки факторів – від індивідуалізму і прагматизму як головних принципів життя до домінування нового способу мислення та відчуття в глобальну епоху – забезпечення споживача продуктом споживання на освітніх теренах;

• скорочення обсягу викладання гуманітарних наук через надавання переваги природничим, технічним, економічним дисциплінам, що є зрозумілим з погляду на актуальну потребу в необхідних для суспільства фахівцях;

• ідеалізація комерційної діяльності університетів – практика переведення університетів на лише суто комерційні принципи функціонування, зрушення всіх рівнів й площин освіти й виховання в бік користі, вигоди й прибутку.

Остання тенденція містить у собі багато ризиків для гуманітарної освіти, оскільки гуманітарні науки не завжди можуть (або й зовсім не можуть) досягати швидких результатів і демонструвати конкретні досягнення, виражені в матеріальному чи грошовому еквіваленті [15]. «По суті, університет, що має дотримуватися логіки (якій не зраджували протягом століть) обачного мислення, неквапливої творчості та зваженого існування, сьогодні змушений перетворитися на підприємство, що швидко реагує на коливання ринку, зміни громадської думки й політичного середовища. Така ціна масової вищої освіти в масовому суспільстві», – пишуть З. Бауман і Л. Донскіс [14, с. 164].

Беззастережне й некритичне використання суто комерціалізованого досвіду освіти в Україні є неприйнятним, хоча б з огляду на те, що університети, де основою роботи є суто комерція, бізнес-корпорація, високий дохід, існують у країнах з іншим рівнем економіки, де є достатньо багатих людей, які можуть фінансово підтримувати науку. Така практика створення приватного освітнього сектору не завжди спрацьовує в Європі, не кажучи вже про Україну.

Подібна логіка й одномірне уявлення про розвиток університетської освіти не повинні сприйматися як єдино можливі. Більше того, відверто спрощене й значною мірою схематичне сприйняття університету як корпорації, орієнтованої виключно на прибуток, не має ніякої перспективи. Необхідно

усвідомлювати, що глибокі знання або фундаментальні проекти в гуманітарних, соціальних науках, які здатні змінити світ ідей (на відміну від прикладних теорій), не можуть бути продуковані швидко. Вони не призначені для заробляння грошей чи швидкого споживання, а визначають світоглядні перспективи людини, її цілі й орієнтири в культурному світі.

Гуманітарна освіта не зобов'язана також обслуговувати ті чи інші програми в сфері бізнесу, менеджменту, економіки, права, політичних наук, соціального захисту тощо, на які існує сьогодні попит. Гуманітарні науки не повинні витіснятися спеціальним науковим знанням, більше того, їхня значущість у сучасному світі мусить ставати все більш очевиднішою, оскільки йдеться про людину та про цінності людського (не технічного) світу. Применшення ролі гуманітарних наук в освіті призводить не тільки до її прагматизації, але й до бюрократизації. Влада грошей та бюрократії в освіті – це прямий шлях до знищення свободи, вільного спілкування і творчості.

Байдужість до моральних принципів, на яких завжди ґрунтувалася гуманітарна освіта, зменшення гуманітарних курсів, знищення академічних свобод та наукової відповідальності є небезпечними факторами для системи освіти в цілому. Прикрим є той факт, що в стінах респектабельних університетів більше уваги приділяється аудиту і фінансам, ніж філософії, філології, історії, культурології. Домінування управлінської ідеології, зменшення коштів на гуманітарну освіту, надмірна формалізація та регламентація викладацької роботи призводять до небажаних гуманітарних наслідків. За умов домінування в освіті економіки знань, помітно зменшується вплив гуманітарних наук на суспільство і суспільну свідомість (а часто відсутній взагалі). Завжди слід пам'ятати, що важливим призначенням гуманітарних наук є те, що вони покликані готувати й виховувати громадянина своєї держави. І цією обставиною ні в якому разі не можна нехтувати, оскільки це матиме далекосяжні негативні наслідки для суспільства в цілому. Небажаним є культивування споживацької культури в середовищі студентів. За такої ситуації не йдеться про зразки високого інтелекту і вишукані естетичні смаки.

Серед причин неефективної гуманітарної підготовки науковці називають:

• відсутність кооперації профільних кафедр і гуманітарних кафедр;

• недостатні знання викладачів гуманітарних дисциплін особливостей професійної діяльності фахівців аграрних спеціальностей;

• технократичний стиль мислення у значної частини викладачів професійно-орієнтованих дисциплін, який вони передають студентам із перших днів навчання;

• скорочення гуманітарних кафедр, скорочення годин на гуманітарні дисципліни;

• недооцінка студентами значення гуманітарних знань для їхньої успішної професійної діяльності і як наслідок відсутність мотивації до їх вивчення;

• відсутність у студентів обізнаності з повним спектром гуманітарних дисциплін, об'єктів, суб'єктів їх вивчення, мети і завдань;

• невміння студентів організовувати і здійснювати діяльність із самостійного набуття гуманітарних знань;

• відсутність інтерактивних методів імітування майбутньої професійної діяльності фахівців у процесі гуманітарної підготовки;

• відсутність визначення ролі кожної гуманітарної дисципліни в майбутній професійній діяльності фахівця [18].

Усі ці проблеми – це насправді суттєвий виклик на шляху подолання гуманітарної кризи, випрямлення гуманітарної парадигми в освіті.

3. Пропозиції щодо гуманітарної підготовки фахівців-аграріїв

Підкреслюємо, що головним чинником, який має впливати на трансформацію змісту освіти, є радикальна гуманітаризація освіти, орієнтація на людину та фундаментальні цінності, що визначають головною метою та змістом системи освіти гармонійно розвинену особистість. Принцип гуманітаризації освіти передбачає підвищення статусу гуманітарних і суспільних навчальних предметів із суттєвим переосмисленням і переглядом їх змістового наповнення. Фахівець у новому столітті – це духовно багата особистість, яка має творчі здібності, віддана своїй справі, захоплена нею, розуміє необхідність розвитку духовних потреб пізнання й самопізнання, краси, спілкування, пошуку сенсу життя, щастя, має високі ідеали; орієнтована на загальнолюдські цінності, світову й національну духовну культуру і включає знання з основ філософії, етики, естетики, людинознавства й інших гуманітарних предметів, що свідчить про посилення ролі гуманітарних дисциплін [19].

Відповідно до Закону України «Про освіту», «метою освіти є всебічний розвиток людини як особистості й найвищої цінності суспільства, розвиток її талантів, розумових і фізичних здібностей, виховання високих моральних якостей, формування громадян, здатних до свідомого суспільного вибору, збагачення на цій основі інтелектуального, творчого, культурного потенціалу народу» [20]. Це характеризує освіту як єдиний безперервний процес та означає, що головним завданням діяльності вищого закладу є не тільки підготовка висококваліфікованих фахівців, а й формування особистості студентів через гармонійне поєднання професійних, морально-естетичних, психологічних якостей. Особливо актуальною є така проблематика для аграрних закладів освіти тому, що загалом у змісті професійної підготовки фахівців-аграріїв переважає фахова освіта, водночас нівелюється гуманітарна компонента.

Загальні вимоги до випускників закладів вищої освіти подаються в стандартах вищої освіти у вигляді переліку компетенцій, під якими розуміють динамічну комбінацію знань, умінь і практичних навичок, спосіб мислення, професійні, світоглядні й громадські якості, морально-етичні цінності, які визначають як здатність особистості успішно здійснювати професійну й подальшу діяльність, так і є результатом навчання на певному рівні вищої освіти.

БЛОК А. Основні компетенції відповідно до стандарту вищої освіти для першого (бакалаврського) рівня галузі знань «Аграрні науки й продовольство» такі: 1) Здатність продемонструвати розуміння проблем якості; 2) Здатність оцінювати, інтерпретувати й синтезувати теоретичну інформацію та практичні, виробничі й дослідні дані в галузях аграрного виробництва; 3) Здатність управляти комплексними діями або проєктами, відповідальність за прийняття рішень у конкретних виробничих умовах; 4) Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, наукові й

технічні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язання завдань аграрного спрямування; 5) Навички здійснення безпечної діяльності; 6) Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; 7) Здатність працювати в команді; 8) Прагнення до збереження навколишнього середовища; 9) Здатність зберігати й примножувати моральні, культурні, наукові цінності й досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної галузі, її місця в загальній системі знань про природу й суспільство, техніки й технологій, використовувати різні види й форми рухової активності для активного відпочинку й ведення здорового способу життя.

Мета вищої аграрної освіти, як відомо, полягає не у вузькопрофесійній підготовці, а в широкій природничо-науковій, загальнокультурній, соціально-індивідуальній підготовці, безперервно розвивальному творчому потенціалу особистості, що сприяє самостійному поповненню професійних знань майбутнього фахівця. Тому актуальною проблемою підготовки фахівців у вищій аграрній школі є формування різних циклів дисциплін, освітніх програм і планів.

Одна з найважливіших проблем вищого аграрного закладу освіти – відбір змісту теоретичної підготовки із циклу гуманітарних дисциплін, які характеризуються сучасними нормативними документами вищої школи (освітньою програмою, структурно логічною схемою підготовки, іншими нормативними актами органів державного управління освітою та вищим закладом освіти) і знайшли відображення в підручниках, навчальних посібниках, методичних матеріалах, дидактичних засобах, застосовуваних під час проведення навчальних занять та інших видів навчальної діяльності.

Згідно з галузевим стандартом 2019–2020 рр. навчальні плани підготовки бакалаврів мають чотири групи дисциплін: 1) гуманітарної та соціально-економічної підготовки; 2) природно наукової (фундаментальної підготовки); 3) професійної та практичної (професійно орієнтованої) підготовки; 4) вибіркових дисциплін.

У змісті навчальних програм із дисциплін гуманітарного циклу, які входили до навчальних планів аграрних ЗВО, були включені філософія, культурологія, психологія, соціологія, українська й іноземна мови.

Нині навчальні плани підготовки фахівців різних аграрних ЗВО містять нормативні навчальні дисципліни, які є незмінними для будь-якої установи вищої освіти, що готує майбутніх фахівців, а також вибіркові дисципліни (за вибором студента). Нормативні дисципліни поділяються таким чином: дисципліни циклу гуманітарної та соціально-економічної підготовки (історія України й культурологія, українська мова професійного спрямування, політологія, іноземна мова за професійним спрямуванням, філософія, соціологія, психологія, правознавство, економічна теорія); дисципліни циклу математичної та природничо-наукової підготовки; дисципліни циклу професійної та практичної підготовки.

БЛОК Б. До нормативної частини навчального матеріалу Дніпровського державного аграрно-економічного університету включені такі дисципліни циклу гуманітарної підготовки: по кафедрі філософії, соціології та історії – історія та культура України, філософія, соціологія; по кафедрі філології – українська

мова професійного спрямування, іноземна мова професійного спрямування, ділова іноземна мова. На жаль, аналіз показує обмежену кількість гуманітарних дисциплін, що не зберігає гуманітарну парадигму виховання особистості у ЗВО. Порівняно з наповненням нормативної частини дисциплін інших університетів, яке можна проаналізувати у відкритому доступі на їхніх сайтах, акцентуємо увагу, в блоці нормативних дисциплін ДДАЕУ немає курсів: логіка, політологія, релігієзнавство, психологія, мораль і моральна свідомість, етика і естетика, риторика, педагогіка.

Окремо зазначимо, що з навчальних планів зник предмет латинська мова для спеціальностей «Агрономія» та «Ветеринарна медицина». Альтернативою було запропоновано приєднати латину до іноземної (в практиці – англійської) мови й створити курс «Іноземна (англійська) мова за професійним спрямуванням і латинська мова», який має поєднати сучасну й мертву класичну мови, вживані у кардинально різних площинах функціонування.

Вибірковими дисциплінами (саме з циклу гуманітарних) за вибором студента в навчальних планах підготовки бакалаврів визначені такі: по кафедрі філософії, соціології та історії – психологія, логіка, політологія, релігієзнавство, риторика, етика і естетика, історія світової культури, українознавство; по кафедрі філології – друга іноземна мова професійного спрямування, професійна комунікація, ораторське мистецтво. Як ми бачимо, частину з нормативних дисциплін інших ЗВО у ДДАЕУ переведено до блоку вибіркових для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр». Аналіз дозволяє зробити висновок, що варіативна частина, яка визначається навчальним відділом університету, містить обмежену кількість дисциплін гуманітарного циклу в порівнянні з навчальними планами інших ЗВО. Для неї не розроблено, наприклад, такі поширені дисципліни: для кафедри філософії, соціології та історії – конфліктологія, політтехнології, особистісний розвиток; для кафедри філології – термінознавство, джерелознавство, фахова література, культура наукової мови, психолінгвістика, соціолінгвістика, когнітивна лінгвістика, ділові переговори.

З усього блоку навчальних дисциплін, запропонованих до вивчення в ДДАЕУ, залишено саме предмети з прагматичним навантаженням – базові вимоги держави – історія України й українська мова, а також основні іноземні мови для спілкування з країнами-партнерами держави – англійська, німецька, французька. З високоповажних дисциплін, що навчають студентів загальнолюдським цінностям, залишено лише дві – філософія, соціологія.

Чи можемо ми говорити про кваліфікованого фахівця, гідного члена суспільства, високоосвічену особистість, творчого, талановитого, розвиненого студента, коли його знання обмежені тільки окремою галуззю? Порівнюючи БЛОК А (особливо пункти 7, 9) та БЛОК Б у викладі аналізованого матеріалу дослідження, доходимо висновку, що процес підготовки обмежується наданням інформації, формуванням лише базових гуманітарних та широких фахових знань і умінь, присвоєнням кваліфікації, але це не є процес виховання особистості, творчої людини, інтелігента, людини з високими громадянськими позиціями, моральними ідеалами, розвиненими саме на теренах університету талантами.

Аналіз різних аспектів професійного навчання майбутніх фахівців дозволив виявити недоліки їхньої гуманітарної підготовки, а саме:

1) невідповідність між потребою в соціально-гуманітарній підготовці фахівців та обсягом часу, відведеного в освітніх планах на вивчення дисциплін гуманітарного циклу; формальне приєднання гуманітарної підготовки до спеціальної або відведення мінімуму годин на неї;

2) перевантаженість освітніх програм і підручників фактичним матеріалом, а потім акцент на передачі знань, умінь, навичок замість комплексного й всебічного розвитку особистості;

3) тенденція передавання великого обсягу навчального матеріалу за обмежений час, брак часу на контроль вивчення матеріалу, що культивує репродуктивне викладання гуманітарних дисциплін;

4) збереження за педагогом ролі центральної фігури освітнього процесу й жорстке обмеження його взаємодії зі студентами лише для передачі засвоєння знань, що знецінює освітній процес, робить працю викладача неефективною;

5) недостатня реалізація особистісно орієнтованого підходу в навчанні, ригоризм і жорстка структура навчання в закладах вищої освіти аграрного спрямування забезпечує типову масову підготовку фахівців, практично нівелюючи індивідуальний підхід до студента;

6) застосування тільки традиційних форм і методів навчання, орієнтованих на середнього студента, що значно шкодить розвитку його творчої індивідуальності, формуванню важливих якостей фахівця, таких як креативність, творчість, новаторство, самостійність [2. с. 172];

7) традиційний характер організації освітнього процесу, зумовлений консервативно орієнтованою професійною підготовкою викладача, нестачею інноваційних підходів до викладання, невикористанням найновіших мультимедійних засобів, не обізнаністю в новітніх технологіях навчання [2. с. 173];

8) відсутність у меті й змісті навчання дисциплін гуманітарного циклу для пошуку єдності об'єктивного й суб'єктивного у світі, які передбачають розвиток студента через сприйняття, усвідомлення та осмислення загальнолюдських цінностей, формування мотивів самореалізації особистості;

9) недооцінка аксіологічного виміру під час викладання дисциплін гуманітарного циклу, що пов'язано з невизнанням його ролі в процесі підготовки студента до майбутньої професійної діяльності;

10) перевантаженість програм і підручників фактичним матеріалом; недоліки в структуруванні викладачем освітнього матеріалу, викликані недооцінкою ролі гуманітарних дисциплін у процесі розвитку й самореалізації суспільства в цілому й кожної конкретної особистості зокрема, внаслідок чого для відбору освітнього матеріалу застосовуються звичайні критерії.

З огляду на нерозробленість моделей гуманітарної підготовки, нереалізацію принципів гуманітаристики, жорстке обмеження щодо дисциплін гуманітарного циклу, поєднання чужорідних дисциплін з метою економії годин, невідповідний зміст програм і підручників, невідповідну підготовку або низьку мотивацію викладачів та інші проаналізовані недоліки одним із першочергових завдань аграрних закладів освіти є розв'язання названих проблем і суперечностей.

Висновки й пропозиції. З метою покращення гуманітарно орієнтованого навчання доцільно запропонувати такі заходи:

• використання гуманітарних знань під час вивчення спеціальних дисциплін і, відповідно, природничих і технічних наук під час викладання гуманітарних дисциплін;

• розроблення системи інтегрованих знань із кількох дисциплін;

• подолання формальних підходів до викладання гуманітарних дисциплін;

• використання інноваційних технологій навчання, що забезпечить індивідуальний, особистісно орієнтований, праксеологічний підхід до студента;

• навчання гуманітарним предметам у закладі вищої освіти на основі комплексної моделі цілей навчання гуманітарних предметів;

• переведення мети навчання на розвиток єдності когнітивної, особистісної та діяльнісної сфер студентів;

• єдність та узгодженість викладання таких предметів, як філософія, психологія, мораль і моральна свідомість, етика і естетика, релігієзнавство, соціологія, культурологія, рідна й іноземні мови, комунікація для забезпечення досягнення оптимального результату – всебічного морального, духовного, культурного, психологічного розвитку особистості студента;

• переосмислення досвіду професійної підготовки майбутніх аграріїв з позиції гуманізації процесу освіти, який передбачає зміну пріоритетів, а саме: 1) цілей (актуалізація та розвиток особистісних і суб'єктних функцій індивіда); 2) змісту (в якому освітній стандарт органічно поєднується з особистісним досвідом студентів); 3) технологій (які забезпечують розвиток особистісних функцій та особистісний рівень самореалізації студента);

• оновлення змісту дисциплін з урахуванням досягнень сучасних наук;

• впровадження нових дисциплін, спрямованих на вдосконалення психологічних якостей студента – світоглядних, духовних, естетичних тощо;

• широке введення комунікативних дисциплін – риторика, ораторське мистецтво, публічний виступ, дискусія в малих групах, що скеровані на розвиток критичного мислення в студентів і розвиток творчих здібностей.

Отже, викладений вище матеріал підтверджує, що студенти вступають саме до університетів не лише для здобування фаху (його здобути можна й у коледжі чи інституті), а насамперед для отримання освіти як певної системи знань, практичних умінь та навичок, досвіду й майстерності, високого рівня розумово-пізнавальної і творчої діяльності, моральної і естетичної культури, які у своїй сукупності визначають їхнє соціальне обличчя та індивідуальну своєрідність. Без гуманітарної підготовки в аграрних університетах, яка є однією з невіддільних компонент загальної підготовки майбутніх фахівців, важко уявити висококваліфікованого фахівця аграрного профілю як свідомого громадянина України, високоосвічену людину, культурну особистість.

Перспективи подальшого дослідження проблеми інноваційного навчання гуманітарних дисциплін в аграрних закладах освіти вбачаємо в розробці програми особистісного професійного зростання студента-аграрія в процесі навчання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Іщенко Т. Д. Формування творчої особистості в процесі підготовки фахівців аграрного профілю. *Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького.* Львів. 2011. Т. 13. № 3 (49). С. 7–13.

2. Олійник Н. А. Підготовка майбутніх фахівців аграрної галузі до професійної діяльності. *Інноваційна педагогіка*. Одеса, 2018. Вип. 7. Том 2. С. 83–87.

3. Словник української мови : В 11 тт. Т. 2. 1971. С. 193.

4. http://slovopedia.org.ua (дата звернення: 6.05.22)

5. https://slovnyk.me (дата звернення: 6.05.22)

6. Афанасьєв О. І. Гуманітарні науки і гуманітаристика. *Вісник Дніпропетровського університету*. Серія: Філософія. 2014. Т. 22. Вип. 24 (2). С. 9.

7. Грозна Н. З. Значення гуманітарної складової у професійній підготовці менеджерів економістів у ВТНЗ. *Вісник Вінницького політехнічного інституту.* 2012. № 6. С. 49.

8. Кульчицький В. Й., Невінська Л. М. Проблема гуманітарної підготовки майбутніх фахівців медичної галузі. *Медсестринство*. 2020. № 2. С. 19.

9. Лісовий В. С. Дискурс. Енциклопедія сучасної України. Режим доступу: https://esu.com.ua.

10. Мартинюк А. П. Словник основних термінів когнітивно-дискурсивної лінгвістики. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2011. 196 с.

11. Серажим К. С. Дискурс як соціолінгвальне явище: методологія, архітектоніка, варіативність : Монографія / За ред. В. В. Різуна. К. КНУ.ім. Т.Шевченка. 2002. 392 с.

12. Янкович М. В. Поняття дискурсу в гуманітарних науках та визначення терміна «дискурс» у лінгвістиці. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету*. Сер.: Філологія. 2015. № 15. Том 1. С. 123–125.

13. Лісовий В. С. Гуманітарні науки. Енциклопедія сучасної України Режим доступу: https://esu.com.ua (дата звернення: 06.05.22)

14. Бауман З., Донскіс Л. Плинне зло. Життя без альтернатив / Пер. з англ. О. Буценка. К.: Дух і літера. 2017. 216 с.

15. Петрук Н. М. Стратегії розвитку гуманітарної освіти в добу технократизму та глобалізації. Філософія освіти. *Philosophy of Education.* 2020. 26 (1). С. 54–67.

16. Барановська О. В. Фундаменталізація змісту гуманітарних предметів у старшій школі в умовах профільного навчання. *Гімназія «Троєщина»: 20 років творчості*. К. : Освіта України, 2012. С. 24–27.

17. Афанасьев А. И. Гуманитаристика: научные притязания. *Гуманитарные научные исследования.* 2013. №5 [Электронный ресурс]. URL: https://human.snauka.ru/2013/05/3222 (дата звернення: 04.05.2022).

18. Кірюхіна М. В. Роль та проблеми гуманітарної підготовки майбутніх технічних фахівців авіаційної галузі. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2019. Вип. 2. (115). С. 45.

19. Кульчицький В. Й., Невінська Л. М. Проблема гуманітарної підготовки майбутніх фахівців медичної галузі. *Медсестринство.* 2020. № 2. С. 20.

20. Закон України «Про освіту» № 2145–VIII, від 06.04.2022. *Відомості Верховної Ради (ВВР*). 2017. № 38–39. С. 380.

ЛІНГВІСТИЧНА ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ-АГРАРІЇВ ЯК КОМПОНЕНТА СУЧАСНОЇ ГУМАНІТАРИСТИКИ

Назаренко О. В., Заболотська І. О., Жеманова О. О., Казакевич О. І., Масур Г. С.

До сучасного фахівця з вищою освітою, зокрема фахівця аграрного профілю, сучасним виробництвом висуваються високі вимоги, які передбачають вільне володіння мовами, як державною, так і іноземною, а також вміння професійно спілкуватися на належному рівні.

Підготовка конкурентоспроможних фахівців аграрного профілю є одним з важливих завдань сучасної освіти, про що стверджується у таких державних документах, як Закони України «Про освіту», «Про вищу освіту», «Про сільськогосподарську дорадчу діяльність», в Указах Президента України «Про національну доктрину розвитку освіти в XXI столітті», «Про заходи щодо вдосконалення системи вищої освіти» та ряді інших. Для результативного та ефективного вирішення цих завдань, необхідно формувати ділову та мовленнєву культуру в студентів вишів, для чого і покликані курси гуманітарного спрямування. Зокрема вивчення іноземних мов спрямоване на розвиток таких аспектів мовної підготовки, як граматико-стилістичний, комунікативний, термінологічний, лексикографічний, культуромовний, фахово-прикладний. Крім того, значущим є поглиблення лінгвістичних знань студентів для опанування фахової термінології, формування високого рівня культури усної й писемної комунікації іноземною мовою, для розвитку професійних здібностей загалом.

Лінгвістика є компонентою сучасної гуманітаристики, яка орієнтована на розвиток розумової, моральної, культурної та громадської діяльності.

Гуманітарна освіта сприяє формуванню особистості, яка є вільна у думках і судженнях, відкрита у спілкуванні, має сформовану громадянську позицію.

Загальна мета сучасної системи вищої освіти полягає в якісній підготовці кожного студента до майбутньої ролі в суспільстві. Оскільки на сьогодні опанування спеціальностей у закладах вищої освіти здійснюється на основі компетентнісного підходу, зовнішні і внутрішні стейкхолдери беруть активну і безпосередню участь у роботі методичних комісій щодо оновлення діючих та розроблення нових освітніх програм, що включає формування компетентностей, якими повинні оволодіти майбутні фахівці-аграрії. Зазначимо, що до загальних компетентностей, зазначених в ОПП спеціальностей ДДАЕУ, належать: здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; здатність спілкуватися іноземною мовою; здатність працювати у міжнародному контексті. Як бачимо, лінгвістична підготовка фахівців-аграріїв є невід'ємною компонентою сучасної гуманітаристики аграрної сфери.

Багато праць сучасних учених присвячено теоретичному та практичному розвитку комунікацій, урахуванню базових принципів − активізації мовленнєво-розумової діяльності; індивідуалізації за провідної ролі її особистісного аспекту як головного засобу створення мотивації та активності тих, хто навчається, з урахуванням їх життєвого досвіду, контексту діяльності,

сфери інтересів, емоційної сфери і статусу, функціональності та новизни. Зокрема цією проблематикою займалися А. Фандєєва, S. Savignon [15; 12]. Відомі вітчизняні науковці у галузі викладання іноземних мов О. Тарнопольський. і М. Кабанова у своїх роботах детально розглядають методику викладання іноземної мови як науку, її зв'язки із суміжними науками, її історію, проблеми особистості студента, його емоції та мотивації під час навчання іноземних мов, принципи такого навчання, основні категорії методів (цілі, зміст, методи і засоби навчання), методи навчання аспектів іноземної мови (вимова, граматика і лексика), а також методи навчання видів іншомовної мовленнєвої діяльності (говоріння, аудіювання, читання і письмо) [11]. Проблема методики навчання читанню іноземною мовою стала об'єктом наукового пошуку таких науковців: О. Леонтьєва, І. Зимньої, В. Артемова (психологічні особливості навчання іноземної мови), Т. Олійник, О. Близнюк, Т. Панова (інтерактивні методи навчання іноземної мови), П. Беха, Л. Биркун, С. Ніколаєвої, Є. Пассова (методика викладання іноземної мови в ЗНЗ), А. Палєєвої (комунікативний підхід до навчання іноземної мов), О. Тарнопольського, М. Кабанової (методика викладання іноземних мов у вищій школі). Питання навчання аудіювання неодноразово ставало об'єктом досліджень таких мовознавців і науковців у галузі методики навчання іноземних мов, як О. Бігич, С. Василькевич, О. Кострубіна, Л. Мороз, О. Тарнопольський, Jeremy Harmer, Rolando Guzmán Martínez, які у своїх працях описують різноманітні засоби, методи та прийоми під час навчання аудіюванню, а також визначають певні труднощі та шляхи їх подолання.

Читання є одним із найважливіших видів мовної діяльності, це сприйняття і переробка інформації, закодованої за нормами відповідної мови. Щодо читання іноземною мовою, то це комунікативне уміння та засіб спілкування через друковане слово. Також це важливий вид мовленнєвої діяльності та найбільш розповсюджений спосіб іншомовної комунікації, який робить доступною будь-яку інформацію та передає досвід людства, нагромаджений у найрізноманітніших галузях трудової, творчої, соціально-культурної діяльності.

Навчання читання іноземною мовою – специфічна педагогічна діяльність, що має за мету формування уміння на підґрунті навичок техніки читання та розуміння прочитаного [7]. При навчанні читанню як виду мовленнєвої діяльності розрізняють декілька видів читання, серед яких дослідники С. Ю.Ніколаєва, Г.А. Гринюк, О.В. Голотюк [2] виділяють три основних:

1) Ознайомлювальне читання. Цей режим читання є найбільш розповсюдженим у всіх сферах життя і здійснюється на матеріалі автентичних текстів, які несуть інформацію про побут, традиції, культуру, історію країни, мова якої вивчається. Це читання про себе без вказівки на обов'язкове наступне використання здобутої інформації. Особливостями цього способу читання є високий темп ознайомлення з усім текстом, точність розуміння основного змісту та найбільш суттєвих деталей.

2) Вивчаюче читання має своєю метою досягнення максимально повного і точного розуміння інформації тексту і критичного осмислення цієї інформації.

Однією з цілей такого читання є формування у студентів умінь самостійно долати труднощі мовного та смислового характеру. Це вдумливе читання, яке здійснюється у повільному темпі, а його об'єктом є «вивчення» не мовного матеріалу, а тієї інформації, що подається у тексті.

3) Вибіркове / переглядове / пошукове читання. Метою цього режиму читання є формування уміння швидко переглянути ряд матеріалів (газет, статей), для того щоб знайти конкретну інформацію. Студент повинен швидко переглянути текст, знайти потрібну інформацію і сконцентрувати на ній свою увагу, намагаючись зрозуміти її повністю.

Під час навчання іноземної мови майбутніх фахівців-аграріїв у ДДАЕУ, використовуємо всі три вище зазначені види читання. Ознайомлювальне – для детального вивчення та розуміння фахової лексики, вивчаюче – для масштабного розуміння реалій і проблем фахового характеру та вибіркове – при аналізі прочитаного, реферуванні та анотуванні.

Як зазначають С. Гріффін та К. Аппель у своєму дослідженні, присвяченому вивченню стратегій навчання читанню «Teaching reading comprehension» [16], «єдиною причиною читання є розуміння. Без розуміння читання є неприємною, безглуздою вправою в називанні слів». Без перебільшення можна сказати, що головна мета навчання розумінню прочитаного – це допомогти студентам розвинути знання, навички та досвід, які вони повинні мати, щоб стати компетентними та зацікавленими читачами. На їхню думку, розуміння розвивається тоді, коли ми навчаємо стратегій розуміння та надаємо додаткову контекстну інформацію, яка підтримує розуміння тексту. Тому важливо навчити студентів активним стратегіям і навичкам, які допоможуть їм стати активними, цілеспрямованими читачами. Науковці зазначають, що навчання розумінню прочитаного є активним процесом конструювання смислу, а не застосуванням навичок. Процес побудови значення:

- інтерактивний – включає не тільки читача, а й текст і контекст, у якому відбувається читання;
- стратегічний – читачі мають цілі для читання і використовують різноманітні стратегії, коли вони формують значення;
- адаптивний – читачі змінюють стратегії, які вони використовують, коли читають різні види тексту або читають з різними цілями.

Отже, ефективний читач перед читанням, як правило:

- ставить перед собою цілі;
- під час читання розглядає значення слів;
- застосовує вибіркове читання;
- використовує свої базові знання (схеми), щоб створювати ментальні образи, ставити запитання та робити висновки;
- стежить за своїм розумінням під час читання.

Термін «метарозуміння» (metacognition), введений Джоном Флавеллом (John Flavell) у 1970х роках, означає спостерігання за своїм мисленням і є дуже важливим для навчання стратегії розуміння прочитаного. Спираючись на нього, Танні МакГрегор у своїй книзі «Зв'язки розуміння» [18] використовує

математичне рівняння, щоб навчити своїх учнів цієї концепції: текст + мислення = справжнє читання. На її думку, коли ви читаєте текст і думаєте водночас, ви «справді читаєте». У своїй книзі «7 ключів до розуміння» Сюзан Зіммерманн і Кріс Хатчінз [17] визначають схему/контекст (schema) як значення, яке ви отримуєте від тексту, яке переплітається зі значенням, яке ви в нього вносите через свій досвід і розуміння. Відбувається нашарування, переплетіння минулого і сьогодення, суміш старих і нових ідей і досвіду. Коли ви читаєте, іноді ви активуєте свою стару схему або видобудовуєте її.

Під час читання студенти встановлюють особисті зв'язки з текстом, використовуючи свою схему (schema). Під час читання можуть бути встановлені основні типи зв'язків:

Текст − студент: зв'язки між текстом і особистим досвідом читача.

Текст – текст: зв'язки між текстом, який читається, і текстом, який був прочитаний раніше.

Текст – світ: зв'язки між текстом, який читається, і тим, що відбувається у світі.

У цьому контексті слід відзначити також стратегії розуміння читання, розроблені шотландськими методистами у збірнику «Teachers' Guide to Reading Comprehension Strategies», які зосереджено на двох основних пріоритетах: розуміння прочитаного та розвиток культури читання, що базується на вихованні любові і задоволення від читання. Автори говорять про так зване «взаємне читання». Ця модель навчання розумінню прочитаного була розроблена в Австралії, Новій Зеландії та США, набула популярності у Великобританії і зараз відома під різними назвами: Reading Detectives, Reading Circles, Guided Reading тощо [19].

Ідея взаємності полягає в тому, що викладач поступово віддає все більше і більше контролю студентам, оскільки вони поступово розвивають незалежність у групах, парах та окремо, підтримуючи один одного та розвиваючи власну компетентність. Навчальні концепції, які лежать в основі цього, включають експертне моделювання та експертну підтримку. Студентам пропонується контролювати власні здібності до читання.

Серед стратегій розуміння прочитаного дослідники розрізняють:

- Прогнозування (встановлення мети читання, логічних передбачень до та під час читання за допомогою використання заголовка, ілюстрацій, підзаголовків, карт тощо).

Прикладами завдань можуть бути:

• Use the text clues and illustrations to predict what is going to happen next in the text.

• Use bullet points and the following prompts to help you: I think... I bet... I wonder if... I imagine... I predict...

• What is the purpose of this text?: to entertain? to inform? to persuade? and how do you know?

• Who are the target audience of this text and how do you know?

- Візуалізація (створення ментальних образів): ця стратегія передбачає здатність читачів створювати ментальні образи тексту як спосіб зрозуміти процеси або події, з якими вони стикаються під час читання. Ця здатність може бути ознакою того, що читач розуміє текст. Деякі дослідження показують, що

читачі, які візуалізують під час читання, можуть краще запам'ятати прочитане, ніж ті, хто не візуалізує. Студентам пропонується перевести своє дослівне розуміння тексту в образну форму шляхом створення розумового образу. Візуалізація може бути досягнута за допомогою візуальних або графічних організаторів, включаючи створення презентацій, діаграм, графіків, таблиць чи ілюстрацій тощо.

- Формулювання питань. Ця стратегія передбачає, що читачі ставлять собі запитання під час читання тексту. Це є особливо цінним, оскільки допомагає їм інтегрувати інформацію, визначити основні ідеї та узагальнити інформацію. Постановка правильних питань дозволяє зосередитися на найважливішій інформації в тексті. Коли студентам перед читанням говорять, що їм потрібно подумати над питанням, вони читають з більшою усвідомленістю та цілеспрямованістю. Питання можуть бути побудовані за схемою «Хто, що, де, коли, чому і як?». Наприклад,

• *Ask questions to help your group understand and discuss what has been read next time you come together.*

• *Think of 10 questions based on the text.*

• *Use the following questions, words and phrases to help:*

Who? Where? What? How? Why? When?

- Ідентифікація / Уточнення значення слів, робота з вокабуляром. Приклади завдань:

• *Clear up any parts of the text you found confusing.*

• *Find examples of good vocabulary and explain their meaning.*

• *Find examples of unfamiliar words and punctuation and explain their use or meaning.*

- Підведення підсумків / Узагальнення. Дослідження показали, що практика підведення підсумків надзвичайно важлива для розвитку навичок розуміння, оскільки допомагає студентам сформувати стисле розуміння тексту. Опорою також можуть служити питання "Хто, що, де, коли, чому, як?". Наприклад,

• *What conclusions could you draw from the text?*

• *Summarise the main things that happened in the text.*

• *Use the following to create short summary sentences:*

The main events were:

The problem/resolution was...

The character(s) involved was/were...

The story was set...

The most important part of the story was...

- оцінювання: визначення того яка інформація чи ідеї є найважливішими для розуміння загального значення тексту;

- синтезування: це процес упорядкування, пригадування, переказування та відтворення в цілісне ціле інформації, якою наш розум бомбардується щодня. Синтезування тісно пов'язане з оцінюванням. В основному, коли ми визначаємо, що важливо, ми переплітаємо наші думки, щоб сформувати всеосяжну перспективу, щоб зробити ціле більшим, ніж просто суму частин.

Спираючись на вищезазначені стратегії, викладач має розробити стратегії читання до, під час і після читання, починаючи від завдань на прогнозування

(pre-reading activities) як то: *Discuss the photo or a proverb*, лексичних вправ для знайомства з новою термінологією (while-reading activities), наприклад *Match the terms with their definitions*, і завершуючи більш вільними завданнями (post-reading activities), які вимагають впевненого знання вокабуляру та прочитаного матеріалу, як-от : *Make dialogues* або *Write an assay*.

Аудіювання є одним з чотирьох видів мовленнєвої діяльності і разом з читанням належить до рецептивного виду. На думку О. Бігич, компетентність в аудіюванні є здатністю слухати автентичні тексти різних жанрів і видів із різним рівнем розуміння змісту в умовах прямого й опосередкованого спілкування. Складниками цієї компетентності є уміння, навички, знання, а також комунікативні здібності [1].

Для багатьох, хто вивчає іноземну мову, розмова телефоном уявляється найскладнішим завданням, оскільки співрозмовника не видно і покладатися треба лише на почуте. Навпроти, у безпосередній розмові (face-to-face communication) інформацію можна отримати з виразів обличчя співрозмовника, жестів тощо, що полегшує розуміння почутого. Така ж сама особливість сприйняття інформації спостерігається на заняттях з іноземної мови. Слухання – це важлива навичка у вивченні будь-якої іноземної мови, через яку набуваються знання нової лексики, мовних чанків, граматики і правильної вимови [4].

Аудіювання – це єдиний вид мовленнєвої діяльності, під час якої від слухача майже нічого не залежить, бо і мовна форма, і зміст вже задані ззовні мовцем; сприйняття на слух не таке всеохоплююче як зорове. Як наслідок – слухова пам'ять розвинена гірше, ніж зорова, при тривалому слуханні ми швидше втомлюємось, швидше забуваємо почуте [5].

Врахування особливостей сприйняття та запам'ятовування інформації людиною є важливим елементом організації навчального процесу. Наприкінці 60-х років XX століття американський професор Едґар Дейл експериментував із різними способами подачі матеріалу. Результати експерименту вчений представив у вигляді «Конуса досвіду Дейла», згідно з яким люди запам'ятовують 10% прочитаного, 20% почутого, 30% побаченого, 50% почутого і побаченого, 70% сказаного чи написаного і 90% сказаного чи написаного з приводу виконуваної дії. Пізніше на основі «конуса навчання» була розроблена нова графічна версія впливу методів навчання на ступінь засвоєння матеріалу, що отримала назву «Піраміда навчання», яка показує, що чим активніше людина бере участь у навчанні – обговорює, робить, вчить інших − тим краще вона засвоює матеріал. У процесі навчання аудіюванню це відображається у тому, що студент краще запам'ятовує інформацію, яку він побачив і прослухав, ніж прочитаний або просто прослуханий матеріал.

Саме аудіювання є складним і активним процесом, під час якого реципієнт повинен почути інформацію, сприйняти і зрозуміти її, дати відповідь на запитання, якщо це необхідно. Аудіювання потребує гарних когнітивних навичок для розуміння мовлення. [6].

Розглядаючи аудіювання як мету навчання, виділяють такі етапи цього процесу:

1) Підбір матеріалу для аудіювання;

2) Підготовка студентів до аудіювання;

3) Визначення кількості повторень аудіотексту (1−2 рази);

4) Проведення контролю аудіювання [5].

Успішність навчання аудіюванню залежить від численних факторів, серед яких виділяють: 1) індивідуально-психологічні особливості самого слухача: його кмітливість, уміння слухати і швидко реагувати на сигнали усної мовленнєвої комунікації (паузи, логічні наголоси, риторичні запитання, фрази зв'язку тощо), вміння переключатися з однієї розумової операції на іншу, швидко схоплювати тему повідомлення, співвідносити її з широким контекстом; 2) кількість пред'явлень та обсяг; надлишковість повідомлень; тип аудіотексту – діалог, монолог, описовий або полемічний текст; наявність опор, у тому числі зорових; наявність штампів.

Перш ніж перейти до принципів навчання аудіюванню, розглянемо існуючі види слухання. Дослідниця Бігіч О. розглядає такі типи: аудіювання з розумінням основного змісту; аудіювання з метою пошуку необхідної інформації чи інформації, яка цікавить; аудіювання з повним (детальним) розумінням змісту аудіотексту [1].

Більшу частину інформації, яку студенти чують на заняттях іноземної мови, представляє мовлення викладача. Також у якості навчальних ресурсів у навчанні аудіюванню широко використовуються радіопрограми, підкасти, телефонні розмови, тощо. Підкасти – це цифрові аудіо- або відеофайли, доступні в мережі Інтернет. Підкасти поділяються на дві групи: для носіїв мови і для тих, хто вивчає мову. Робота з підкастами допомагає збагатити знання іноземної мови, розширити культурний кругозір, отримати актуальну інформацію, формує фонетичні навички та навички аудіювання.

Аудіотекст – раціонально відібраний, автентичний фрагмент усної мови, який володіє смисловою завершеністю, смисловою структурною цілісністю, композиційною оформленістю [3].

Аудіотексти можуть бути автентичними, напівавтентичними та навчальними. У навчанні аудіювання важливе значення має побудова аудіотексту, що передбачає логічність подачі інформації, відповідність віковим особливостям студентів, наявність проблеми, що їх зацікавлює та сприяє бажанню зрозуміти почуте [1].

Завдяки аудіозаписам студенти чують різні акценти і голоси, що дає змогу безпосередньо зануритися в іншомовний світ. У той же час, недоліком прослуховування аудіозаписів є відсутність інтеракції між розмовником і слухачем, останній знаходиться у пасивній ролі. Навпроти, живе слухання, яке поділяється на такі жанри як лекція, розмова між двома викладачами, особисте опитування, читання книг, драма, передбачає взаємодію його учасників, студенти бачать того, хто говорить, а також спостерігають за мімікою і жестами мовців. Існує думка, що мовлення перед аудиторією відрізняється від мовлення перед мікрофоном. Такі важливі для студентів мовленнєві явища як повтори, вагання, сумнів, нерішучість, перебивання можна відчути на практиці тільки в процесі живого слухання [14].

Слухання також поділяється на *екстенсивне,* коли студенти слухають за межами класних аудиторій за власним бажанням задля задоволення, і

інтенсивне, яке передбачає прослуховування аудіозаписів (або живого спікера) в аудиторії з подальшим виконання завдань і вправ [14].

Під час навчання аудіюванню дуже важливою представляється градація аудіотекстів за трудністю та послідовність їх уведення до навчального процесу залежно від рівня складності. Градація та послідовність залежать від обсягу, часу звучання аудіотекстів, джерела (наприклад, на початковому етапі тільки з живого голосу викладача з поступовим переходом до використання фонограм). На початку навчання аудіювання викладачу слід робити паузи для створення резерву часу на змістовне перероблення студентами почутого. Як вже було вказано вище, на початковому етапі студентам треба дати значну кількість зорових опор і поступово їх усувати.

Рівні розуміння аудіотекстів поділяються на фрагментарний, загальний, детальний і критичний. На початковому етапі у студентів розвиваються навички загального розуміння і поступово доводяться до критичного розуміння на просунутих етапах навчання.

На думку О. Бігич, систему вправ для формування компетентності в аудіюванні складають дві підсистеми: 1) вправи для формування мовленнєвих навичок аудіювання і 2) вправи для розвитку мовленнєвих умінь аудіювання. Кожна з підсистем містить по дві групи вправ. До першої підсистеми входять вправи, спрямовані на: 1) формування мовленнєвих навичок аудіювання: фонетичних, лексичних, граматичних та 2) розвиток мовленнєвих механізмів аудіювання: мовленнєвого слуху, ймовірного прогнозування, пам'яті. До другої підсистеми входять вправи, націлені на розвиток мовленнєвих умінь аудіювання: 1) вправи, які готують учнів до аудіювання текстів, та 2) вправи в аудіюванні текстів [1].

Під час навчання аудіюванню студенти повинні перейти від фразового до текстового розуміння почутого. О. Тарнопольський визначає суть цього переходу у так званій «ага-реакції», яка настає у процесі змістового пошуку в аудіотексті, що сприймається, і зазначає, що успіх такого переходу залежить від уміння зрозуміти значення слова або групи слів, які є критичною вузловою точкою відносно до всього аудіотексту. Саме у цьому вчений бачить одну з головних цілей вправ для навчання аудіювання.

О. Тарнопольський поділяє вправи для аудіювання на операційні та мотиваційні (або підготовчі та мовленнєві). Операційні вправи слугують для тренування сприйняття мовних явищ на слух в умовах концентрації уваги на мовній формі. Мотиваційні вправи – це, власне, практика у мовленнєвій діяльності. Вони призначені для подолання комплексу труднощів в умовах, що наближені до природних. [11].

Існують різні думки щодо того, скільки разів студентам треба прослухати один і той же відрізок мовлення незалежно від того, чи це аудіозапис, чи живе мовлення. У реальному житті студенти чують щось сказане один раз, тому їм слід практикувати навичку сприйняття почутого з першого прослуховування. Такі види аудіювання носять назву *слухання для розуміння головної ідеї* (Gist task) або *слухання для детальної інформації* (Scanning task). На відміну від реального життя, на заняттях з іноземної мови під час інтенсивного слухання

викладачі дають змогу студентам почути мовлення більше ніж один раз, аби вони отримали найбільшу користь від почутого. Коли студенти слухають другий чи третій раз один і той самий відрізок мовлення, вони кожний раз фокусують увагу на різних речах, таких як звуки, інтонація, наголос або на способі, у який мовці вживають певні слова чи граматичні конструкції [14].

Як вже зазначено, процес аудіювання можна розділити на три етапи: виконання завдань перед прослуховуванням тексту, прослуховування тексту і виконання завдань після слухання. Методика навчання аудіюванню полягає у тому, щоб спочатку дати студентам змогу передбачити те, що вони незабаром почують. Це підготує їх до процесу слухання, дасть змогу згадати вже відому інформацію за даною темою. Такий підготовчий етап називається «схема» («schemata»). Наведемо приклади завдань перед прослуховуванням:

1. Подивіться на питання до аудіозапису (або живого слухання) і передбачте відповіді.
2. Подивіться на фотографію/картинку, яка відноситься до ситуації слухання і спробуйте передбачити, про що буде аудіозапис (живе мовлення).
3. Студенти отримують слова або фрази з запису, який вони збираються слухати, і роблять спроби передбачити його тему.
4. Студентам дається форма, яку треба заповнити під час прослуховування. Студенти використовують форму для передбачення типу інформації, яку вони будуть слухати (співбесіда на роботу, заселення у готель, реєстрація в аеропорту тощо.)
5. У ситуації живого слухання студентам оголошується тема майбутнього слухання і вони продумують питання, які їм слід поставити спікеру після прослуховування.
6. Можна дати студентам прослухати весь запис і попросити розказати, що вони зрозуміли – місце, де відбувається ситуація, які відносини між співрозмовниками тощо і передбачити зміст запису. Під час прослуховування запису вдруге, студенти повинні зрозуміти зміст прослуханого.
7. Іноді викладачу слід ввести нову лексику, аби уникнути ситуації, коли студенти не здатні зрозуміти зміст прослуханого. Однак існує ризик того, що студенти сконцентрують увагу саме на цих словах і не почують інші. Вихід у даній ситуації полягає у попередньому вивченні ключових слів, дійсно необхідних для розуміння змісту прослуханого.

Завдання під час прослуховування:

1. Студенти отримують бінго-картки з різними словами, які студенти будуть чути під час слухання. Завдання полягає у викресленні почутих слів. Перемагає той, хто першим закреслить всі слова.
2. Під час живого слухання з тексту, який студенти збираються почути, видаляються декілька слів і які пишуться на дошці. Кожний студент обирає одне слово і пише його на картці, студенти піднімаються і поділяються на дві команди. Під час слухання кожний студент може сісти тільки тоді, коли чує обране слово (при цьому студент показує свою картку для підтвердження почутого). Команда, яка сяде першою, виграє.

3. Під час прослуховування аудіозапису викладач може робити паузи і просити студентів передбачити подальшу подію.
4. Під час прослуховування діалогів студенти можуть виконувати такі задання: вказати маршрут руху; записати номери телефонів чи персональну інформацію; розташувати картинки у правильному порядку відповідно до подій; заповнити форму; накреслити діаграму; знайти відмінності між прочитаним і почутим; поєднати людей та їх рід занять та ін.

Після того, як студенти прослухали запис вперше або вдруге, вони можуть виконати такі типи завдань: 1) переказати історію від імені одного з персонажів; 2) розіграти діалог за прикладом почутого; 3) переказати почуте, навмисно зробивши помилки, при цьому одногрупники повинні почути і виправити помилки.

Вправи після прослуховування також можуть бути спрямовані на вивчення мови. Для цього широко використовуються скрипти почутого з такими завданнями: 1) заповнити пропущені місця у скрипті і послухати запис ще раз для самоперевірки; 2) розташувати абзаци у правильному порядку; 3) переписати скрипт у такий спосіб, аби у ньому не було ознак розмовної мови (еліптичних речень, пропущених слів, пауз та інших мовних явищ) з наступним аналізом відмінностей між розмовною і письмовою мовою; 4) виконання вправ на робочих листках [14].

Важливу роль у вивчені іноземної мови для фахівців-аграріїв також має і розмовна практика. Англійська використовується як у повсякденному житті, так і в професійній сфері (участь у конференціях,написання наукових статей тощо). Також варто вчити мову тому, що ми живемо в сучасному світі, де мова насамперед це особистий розвиток.

Водночас, практика доводить, що з усіх умінь, передбачених програмами навчальної дисципліни «Іноземна мова», найгірше студенти опановують саме розмовну мову. Це здебільшого зумовлюється тим, що в умовах відсутності мовного середовища досить важко сформувати у студентів навички говоріння. І хоча мотивація сучасної молоді до вивчення англійської мови різко зросла, перед викладачами досі постають певні виклики. Основними з них є: недостатня кількість навчальних годин, велика наповнюваність груп, обмежена кількість підручників комунікативної спрямованості і, як наслідок цього, брак усної мовної практики в розрахунку на кожного студента.

Нижченаведені методи представлені Новою Українською Школою, що робить їх ідеальними для використання в школах, професійно-технічних закладах і університетах:

- Комунікативні методи (Communicative Approaches) – пріоритетом цього методу є взаємодія між учасниками. Основний принцип – «побіжність, а не точність». При такому методі роботи викладач лише створює пари/групи, виправляє студентів та вводить нові одиниці мови.

- Навчання мови через інтеграцію з іншими дисциплінами (Content and Language Integrated Learning) – суть цього методу полягає у викладанні окремого предмету англійською мовою (наприклад, географії). Таким чином,

відбувається мимовільне засвоєння мови, при цьому види роботи відповідають тому предмету, що викладається іноземною мовою.

- Навчання, що базується на змісті (Content-based learning) – ключовий принцип цього методу – використання матеріалу, у якому зацікавлені самі учні. Таким чином, це їх мотивує і допомагає дізнатися щось нове для них.

Представлення – Практика – Продукування (ППП) (Presentation-Practice-Production (PPP)) – суть цього методу полягає у представлені нової лексики і граматики у три етапи. Перший – власне презентація. Другий – використання у контрольованих умовах (вправи). Третій – вільне використання учнями (рольові ігри) [6].

Основним методом вивчення іноземних мов зараз є *комунікативний метод*. Комунікативний метод викладання іноземних мов базується на створенні умов, близьких до реального процесу спілкування. Тексти та вправи, що пропонуються на подібних заняттях, повинні мати дискутивний характер та демонструвати конфлікти, які спонукають студента до дискусії і висловлення власної думки. Керування навчанням здійснюється не через граматику, а скеровується комунікативними намірами.

Популярними для розвитку говоріння є різноманітні інтерактивні методи навчання. Наприклад, до таких відносять: проведення творчих заходів, рольові ігри, презентації, «мозковий штурм» («brainstorm»), презентації, дискусії, конкурси з практичними заняттями, залучення англомовних спеціалістів, створення бізнес-планів і проєктів тощо.

«Ігрова діяльність» визначається в методиці викладання іноземних мов як одна із сучасних технологій навчання. Хоча викладачам прийоми цієї діяльності давно відомі, своєї привабливості та актуальності вони не лише не втрачають, а навпаки, розширюють можливості вдосконалення процесу оволодіння учнями іншомовною комунікативною компетенцією. Гра, як складна та захоплююча діяльність, вимагає великої концентрації уваги, тренує пам’ять, розвиває мислення та мовлення, сприяє процесу соціалізації особистості. Гра захоплює навіть пасивних учнів та студентів з низьким рівнем підготовки, завдяки чому їхні навчальні досягнення та зокрема говоріння значно покращуються [4].

За загальною моделлю, ситуативно-рольова гра проходить у чотири етапи, а саме:

1) орієнтація – відбувається визначення теми, опис правил та ходу гри (тренування навичок говоріння та аудіювання);

2) підготовка до проведення – презентується сценарій, формулюються завдання та відбувається розподіл ролей;

3) проведення гри – студенти отримують картки з ролями, шукають додаткову інформацію, створюють діалоги та презентують їх. Граючи певну роль, студенти почуваються вільно та спілкуються у змодельованій ситуації, наближеній до реальної, за рахунок чого вдосконалюються їхні мовні та мовленнєві навички;

4) обговорення гри – відбувається дискусія студентів і педагога (аналізуються помилки і труднощі, що виникли у процесі її проведення), що

сприяє розвитку інтегрованих вмінь говоріння та аудіювання.

Іншими завданнями, наближеними за своїм змістом до реальних комунікативних ситуацій й спрямованих на розвиток і вдосконалення навичок і вмінь усного мовлення є такі:

- Інтерв'ю. Студенти проводять інтерв'ю за обраними темами з різними людьми. Вони складають план і питання для інтерв'ю самостійно, викладач може лише визначити тему.

- Завершення розповіді. Викладач розповідає історію, але не до кінця, а кожен студент пропонує свою розв'язку.

- Завдання на здогад, пов'язані з впізнаванням особи, предмета або процесу за допомогою загальних питань, які потребують відповідей «так» або «ні». Наприклад, студентам, що працюють у малих групах, видаються картки з назвами визначних місць. Кожен зі студентів по черзі, відповідаючи на запитання решти учасників групи, повинен дати їм можливість дізнатися назву, вказану на його / її картці. Вправи такого типу мотивують і програмують мовленнєву взаємодію.

- Опис за малюнками. Викладач пропонує описати або скласти розповідь за запропонованим зображенням або серією зображень.

Розвивати усне мовлення можна лише спілкуючись між собою. Також це неможливо зробити без знання певної лексики, котру ми вивчаємо самостійно. Є кілька способів покращити розмовні навички в англійській мові. Перший – це слухати аудіозаписи та потім опрацьовувати їх. Другий – вчити лексику та тексти самостійно. Переказ текстів допомагає нам самостійно розбирати невідомі слова, та тим самим розвивати навички англійської, але звісно ж краще за все спілкуватись з носієм англійської мови, так як потрібно вміти і слухати, і говорити англійською але, на жаль, це не завжди можливо. Студенти спілкуються на заняттях між собою та з викладачем, що безумовно допомагає їм покращити свої навички. Перший спосіб дає можливість розуміти те, що їм говорять. Вивчення тексту дає можливість самостійно розібрати незрозумілу лексику, та в подальшому житті використовувати її.

Однією з найбільших проблем для студентів є страх розмовляти англійською. Страх помилки підсилює невпевненість студента, тому він може хвилюватись і втрачати думку, знаючи, що відповісти, але не знаючи, як. Цю проблему допомагає вирішити тренінгова технологія «Сценарій». Її суть полягає у створенні та відтворенні окремого сценарію, створенні студентом «пакету відповідей». Така технологія дозволяє підсилити впевненість у своїх навичках, а також збагатити лексичний запас. Наступним етапом є створення сценарію і його драматизація, тобто розповідь у ролях [6]. До інших причин відсутності прогресу при навчанні навичок говоріння слід віднести: боязнь помилок; відсутність практики реального спілкування англійською мовою; нездатність чітко розуміти носіїв мови або інших людей, які розмовляють цією мовою; невпевненість студентів. Наприклад, для зняття фактора загальмованості/невпевненості студентів слід використовувати роботу в малих групах. Це збільшує частку висловлювання за певний відрізок часу і знижує гальмування студента, якому складно говорити перед усією групою. Звичайно,

при роботі в групах викладачу важко простежити за правильністю висловлювань кожного студента, і, як наслідок, не всі вони правильні, однак при цьому та частка часу, яка відводиться на позитивну, корисну практику говоріння, є набагато більшою, ніж якщо б це завдання виконувалося кожним студентом перед усією групою. Рівень мови, необхідний для дискусії, може бути нижчим, ніж при виконанні інших мовних завдань у тій же групі. Учасники повинні легко згадувати слова, щоб швидко розмовляти з мінімальним гальмуванням. Тому бажано перед початком дискусії повторити слова та виконати серію вправ на мовні структури (граматичні, лексичні, фонетичні), які знадобляться студенту в цій дискусії [10]. Ця стадія називається «*предискусійна*».

Також як підготовку до начала дискусії можна використати техніку «мозкового штурму», учасники мають згадати лексику за темою дискусії або спробувати здогадатися, про що буде розмова. Потім у процесі розмови викладач спостерігає за дискусією та оцінює, наскільки добре учасники упорались із заданням та чи готові вони перейти до наступного етапу дискусії. Це – «*внутрішньодискусійний*» етап.

Третя стадія називається «*постдискусійна*». Під час її учасники мають використати інформацію, яку вони отримали на «внутрішньодискусійному» етапі. Наприклад, якщо вони проводили опитування, вони мають описати його результати.

Сучасному суспільству потрібні фахівці та професіонали, які використовують іноземну мову не лише в усній, але й у письмовій промові, більшість студентів аграріїв не можуть у письмовій формі проводити міжкультурну комунікацію, вони просто не готові до цього. Такий парадокс призводить до проблеми, суть якої полягає в тому, як необхідно проводити навчання іноземною мовою для студентів-аграріїв, щоб сформувати компетентність іноземної мови.

Письмо − це особливий тип мовної діяльності: кодування інформації, з урахуванням каналу графічного зв'язку або продукту мови в графічному дизайні [9]. За допомогою письма передають інформацію, думки, ідеї від людини до людини у вигляді повідомлень. Характерною особливістю таких повідомлень є їхня повнота та логіка тверджень. Цей тип діяльності відрізняється від інших типів його специфіки та широти застосування не лише в професійній галузі діяльності, а й у повсякденному житті. Добре відомо, що швидке запам'ятовування досліджуваного матеріалу полегшується письмовою діяльністю, і, якщо запам'ятовування базується на всіх типах аналізаторів, таких як: слуховий, зоровий, мовлення та рухова. На основі всіх типів аналізаторів ви можете досягти більшого ефекту.

У процесі викладанні іноземної мови, метою та засобами навчання є письмо та писемна мова. Вважається, що для писемної мови базою є усна мова та мовлення, оскільки вони базуються на одній графічній системі мови. Письмо підвищує ефективність навчання іноземної мови. Завдяки сучасним засобам зв'язку та комунікації зростає значущість практичних навичок писемного мовлення для спілкування та обміну інформацією в інтернеті, електронній пошті тощо. Письмо та письмова діяльність є дуже трудомісткими навичками,

які набуваються з великими труднощами. Ці навички не з'являються з нізвідки і не набуваються у процесі читання чи говоріння.

Писемна мова є найскладнішим видом мовної діяльності навіть для носіїв мови, оскільки вона здійснюється за умов відсутності адресата мови, неможливості використання ні інтонаційних, ні невербальних, ні якихось засобів. Тому до неї висуваються особливі вимоги щодо її якості та досконалості. Це стосується також структурно-композиційної організації письмового висловлювання, її повноти, логічності, ясності, граматичної оформленості.

Існує щонайменше два підходи в письмовій мові: 1) концентрація на процесі створення письмового тексту та 2) концентрації на результаті письмової діяльності (1) writing-for learning and (2) writing-for-writing. Ми завжди повинні знати про те, на чому ми зосереджуємось: на навчанні процесу написання чи на продукті листа, чи хочемо ми навчити різних жанрів письмових повідомлень чи викладати творчий лист. У будь-якому випадку ми повинні хотіти сформувати звичку писати. (to build a writing habit). Коли ми зосереджуємось на продукті, нас більше цікавить мета букви та кінцевий результат, і це пов'язано з вибором жанру письмового повідомлення. Другий підхід передбачає акцент на різних етапах процесу написання: pre-writing phases, editing, re-drafting, producing a finished version. Тобто такий підхід вимагає від студентів розглядати лист як серйозну копітку роботу [8].

Під час навчання студентів іноземної мови письмо використовується у двох аспектах. Студент повинен запам'ятати і закріпити в пам'яті графічний образ слова, а також лексичні одиниці, що вивчаються, і граматичні структури. Письмо використовується як мета навчання. Необхідно навчити студентів правильно будувати письмове висловлювання іноземною мовою, вільно та правильно передавати цю інформацію іноземною мовою у письмовій формі. Продуктом листа, як мовної діяльності, є текст. Чим успішніше написаний текст, тим успішніше здійснюється комунікація його автора з адресатом. В основі створення майже всіх форм письмового повідомлення лежать такі вміння, як:

- висловлення головної думки прослуханого або прочитаного тексту;
- короткий або детальний опис, порівняння, зіставлення фактів;
- доказ або вміння аргументувати;
- комбінування та об'єднання фактів;
- характеристика, коментування, висловлення власної оцінки.

Під час навчання письмової діяльності у студентів формуються навички та вміння формувати структуру тексту. Форма тексту може бути логіко-композиційною або логіко-смисловою та набувати вигляду: реферату, доповідей, листів, запрошень, нотаток, оповідань, тез тощо.

Письмова мова розглядається як творче комунікативне вміння, яке розуміється як здатність викласти в письмовій формі свої думки. Для цього треба володіти орфографічними та каліграфічними навичками, умінням композиційно побудувати та оформити письмово мовленнєвий твір, складений у внутрішній мові, а також умінням вибрати адекватні лексичні та граматичні одиниці.

Під час навчання писемного мовлення іноземної мови студентів аграріїв можна виділити засоби, ніж мету навчання, оскільки студенти немовного

вищого навчального закладу повинні володіти навичками писемного мовлення необхідними при засвоєнні лексико-граматичного матеріалу, і при формуванні умінь та навичок читання та усного мовлення. Техніка навчання писемного мовлення полягає в оволодінні технікою письма, освоєнні орфографії нових лексичних одиниць, письмовому виконанні різних вправ, що сприяють найкращому вивченню мовних матеріалів, необхідних при розвитку та вдосконаленні умінь та навичок усного мовлення та читання.

Головними методами навчання письму є вправи та завдання, комплекс таких вправ включає в себе аналітико-синтетичні, мотиваційні та накопичувальні етапи. Такі вправи і завдання дозволять відпрацювати навички письмової діяльності у студентів, такі завдання мають творчий характер та є комунікативними. Під час виконання цих завдань студенти навчаються ухвалювати правильні рішення, логічно мислити і обстоювати власну думку, а також у них посилюється інтерес до вивчення іноземної мови.

На початковому етапі можна виконувати завдання, які можуть містити лише відповіді на запитання, запитання можна поставити після прочитаного тексту або відповісти на повсякденні питання. Даючи відповіді на запитання, студент повинен не лише надати інформацію з тексту, але й докласти до цього зусиль. Запитання повинні будуватись таким чином, щоб зацікавити студента та не зменшити їх мотивацію. На наступному етапі здобувачам освіти можна запропонувати скоротити текст або перефразувати його. Далі студенти вже можуть описати якусь ситуацію, але необхідно, щоб вона не мала однозначного рішення, щоб кожен міг висловити власну думку. Для виконання такого завдання можна використати прості конструкції та просту лексику. Коли ці етапи будуть засвоєні, можна розпочати написання творів за поданою темою або зробити опис, для якого необхідно вибрати актуальну, сучасну цікаву тему. На наступному етапі студенти вже можуть намагатися описати наданні слайди, презентацію. Надалі вони вже можуть зреферувати текст за спеціальністю. Такі завдання можна виконувати не лише в аудиторії. На більш просунутих рівнях студенти вже можуть писати ділові листи, резюме.

Переклад з однієї мови на іншу теж сприяє розвитку писемної мови, під час перекладу студенти послідовно та логічно відображають матеріал [9].

Письмова мова кардинально відрізняється від усної, це не просто перетворити слова на знаки. Письмова мова містить складні прийменники, сполучники, складні слова, що притаманне для неформального спілкування.

Метою навчання студентів письмовій діяльності є те, що в них формуються лексичні навички, як продуктивні так і рецептивні. При засвоєнні цих навичок студенти використовують довготривалу пам’ять, яка спрямована на довготривале зберігання інформації для самостійного користування у вигляді слів, виразів та різних структурних елементів, що є лексичною навичкою. У свою чергу лексичну навичку можна поділити на писемну мову та усну.

Для розвитку писемної мови студент повинен буди мотивований та розуміти, для чого це все потрібно. Необхідно зауважити, що цей вид діяльності не застосовується під час заняття або застосовується незначною мірою, більша частина завдань відведені на читання та мовлення. Однак

студенти повинні не лише вміти висловлюватись в усній формі але й у письмовій, враховуючи стилістику, граматику та лексику.

Таким чином, вивчення іноземної мови є важливим аспектом сучасної освіти. Знання іноземних мов надасть студенту можливість розвивати свої ділові та професійні якості в майбутньому, допоможе розширити коло спілкування, дозволить доповнити знання зі своєї спеціальності, він матиме можливість вільно займатися науковою діяльністю. Володіння однієї або кількома іноземними мовами відкриває нові перспективи кар'єрного зростання та додаткової освіти. Одним із важливих факторів вивчення іноземної мови є правильне сприйняття та розуміння інформації з іноземних джерел, що у свою чергу, робить письмову промову важливою методологічною концепцією.

Отже, лінгвістична освіта відіграє найважливішу роль у підготовці конкурентоспроможних фахівців-аграріїв, так як покликана на формування мовної особистості, яка у свою чергу сприяє їх подальшій професійній самореалізації та гуманітаризації вищої освіти взагалі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бігич О. Методика формування іншомовної компетентності в аудіюванні. *Іноземні мови*. 2012. № 2. С. 19–30. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/im_2012_2_5

2. Голотюк О. В. Читання як засіб навчання інших видів мовленнєвої діяльності та мовних аспектів на уроках французької мови. С. 102–107. URL: https://ps.journal.kspu.edu/index.php/ps/article/view/93/67

3. Кострубіна О. В. Аудіотекст та етапи роботи з ним у процесі розвитку аудитивних умінь і навичок студентів. *Викладання мов у вищих навчальних закладах освіти* : зб. наук. праць. Вип. 11. Харків : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2007. С. 170–175.

4. Лазебник В. Сучасні технології викладання іноземної мови студентам спеціальності ветеринарна медицина. *Підготовка фахівців на шляху до євроінтеграції: проблеми та перспективи*: Матеріали XIV міжвузівської науково-практичної конференції. м. Дніпро, ДДАЕУ. 2020. С. 110–112.

5. Мороз Л. В., Василькевич С. С. Аудіювання та його роль у формуванні комунікативної компетенції студентів немовних спеціальностей. *Рівненський державний гуманітарний університет.* «Young Scientist». 2018. № 3.2 (55.2). С. 77–79. URL: http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2018/3.2/18.pdf

6. Мотрой О. М., Ціпура Ю. В. Сучасні методи навчання говоріння і аудіювання англійською мовою. *Сучасна вища освіта: перспективні та пріоритетні напрями наукових досліджень*: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та науковців. м. Дніпро, університет ім. Альфреда Нобеля. 2020. С. 170–174.

7. Огороднік В. Р., Рубінська Б. І. Психолого-педагогічні умови навчання читання іноземною мовою в середній ланці основної школи. *Молодий вчений*. № 10 (62) жовтень, 2018 р. С. 89–93.

8. Попова Т. П. Современные подходы к обучению письменной речи на английском языке. Нижний Новгород. 2002. С. 57–60.

9. Рогова Г. В. Методика обучения английскому языку. М.: Просвещение. 2010. 224 с.

10. Тарасенко С. М. Розвиток навичок іншомовного говоріння через створення ситуацій мовного спілкування. *Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка*. Педагогічні науки. 2017. Вип. 3. С. 143−147.

11. Тарнопольський О. Б., Кабанова М. Р., Черняк Н. О. Конспект лекцій з дисципліни «Методологія наукових досліджень навчання англійської мови і предметна дидактика її викладання». Дніпро: Університет імені Альфреда Нобеля, 2018. 23 с.

12. Фандєєва А. Є. Змішане навчання як технологія змін і трансформації. *Народна освіта*, 2017. Вип. 2. С. 4−9.

13. Guzmán Martínez, Rolando. Effects on teaching listening skills through videos to advanced students from the Foreign Language Departament at the University of El Salvador during the first semester. 2010. *Masters thesis, Universidad de El Salvador*. URL: https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/3070/

14. Harmer Jeremy. Essential Teacher Knowledge. Core concepts in English Language Teaching. Pearson Education Limited. 2012. 287 p. P. 136

15. Savignon S. Communicative competence: theory and classroom practice: texts and contexts in second language learning (2nd ed.). New York: McGraw-Hill, 1997.

16. Steven M. Griffin, Katie L. Appel. A look at reading comprehension strategies. Teaching reading comprehension. URL:https://www.readingresource.net/teachingreadingcomprehension.html?msclkid=0f45b7eacf5f11ecb40ce5e44f27297d

17. Susan Zimmermann, Chryse Hutchins. Keys to Comprehension: How to Help Your Kids Read It and Get It! 2003, Crown Publishing Group. 224 p.

18. Tanny McGregor. Comprehension Connections. Bridges to Strategic Reading. 2007. 144 p.

19. Teachers' Guide to Reading Comprehension Strategies P5–S3. 2014, Edinburgh Literacy Hub. 112 p. URL:https://education.gov.scot/improvement/Documents/Literacy/LIT13_TeachingReadingComprehensionFINALDRAFT.pdf?msclkid=7d9a0124cf6211ec8a84d66c13f875df

ПРІОРИТЕТНІ НАПРЯМИ ФОРМУВАННЯ СТІЙКОСТІ ПОТЕНЦІАЛУ БЕЗЗБИТКОВОГО РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

Вініченко І. І., Полегенька М. А., Булкін С. С.

Стійкий економічний розвиток сільськогосподарських підприємств гарантує продовольчу безпеку держави, сприяє перетворенню аграрного сектора на високоефективний та конкурентоспроможний сектор економіки на внутрішньому й зовнішньому ринках, формує вагомий ресурс зовнішньоекономічної діяльності та створює надійне джерело бюджетних надходжень. Але більшість сільськогосподарських підприємств не здатні в сучасних умовах здійснювати високоефективну виробничо-господарську діяльність, що негативно позначається на можливостях формування стійкості потенціалу їх беззбиткового розвитку. Досягнення беззбиткової діяльності є об'єктивною передумовою отримання прибутку, який забезпечує самофінансування відтворювального процесу господарської діяльності підприємства. У цьому контексті особливої актуальності набуває дослідження проблем формування та оцінки стійкості потенціалу беззбиткового розвитку сільськогосподарських підприємств і розробка практичних рекомендацій щодо її забезпечення.

Питання теорії й методології вибору та практики стратегічного управління, спрямованих на підвищення стійкості розвитку суб'єктів господарювання досліджено у роботах вітчизняних та зарубіжних вчених-економістів: С. Анохіна, І. Ансоффа, О. Арєф'євої, І. Бланка, В. Василенка, О. Величка, В. Гросул, О. Дація, С. Козловського, С. Покропивного, М. Портера, І. Семененко, С. Хамініч, Й. Шумпетера та ін. Дослідженню теорії, методології та розробці заходів щодо формування стійкості потенціалу беззбиткового розвитку сільськогосподарських підприємств присвячені праці В. Андрійчука, В. Аранчій, Р. Безуса, Л. Березіної, Н. Васильєвої, І. Вініченка, О. Гончаренко, Ю. Губені, О. Добровольської, Ю. Лупенка, Л. Мельника, Г. Павлової, П. Саблука, Н. Трусової, О. Ульянченка та ін.

Проте, недостатньо дослідженими залишаються питання системного підходу до розуміння стійкості потенціалу як комплексної економічної категорії, взаємозв'язку системно-ресурсної компоненти зі стійкістю потенціалу беззбиткового розвитку сільськогосподарського підприємства, розробки аналітико-математичного інструментарію оцінки й діагностики досліджуваних процесів та ефективних способів його реалізації, організаційно-економічних заходів забезпечення стратегії стійкості потенціалу беззбиткового розвитку.

В сучасних умовах глобалізації аграрного бізнесу, обмеженості економічних ресурсів, галузевої конкуренції та прискорення інноваційних нововведень, важливою вимогою для сільськогосподарських підприємств є посилення їх здатності пристосовуватися до мінливих умов зовнішнього середовища з метою забезпечення стабільного економічного зростання в довгостроковій перспективі.

Реалізація сільськогосподарськими підприємствами ефективної політики ресурсного забезпечення стійкості потенціалу їх беззбиткового розвитку є системоутворюючим вектором продовольчої, економічної та фінансової безпеки країни. Отже, суб'єкти господарювання повинні розробляти стабілізаційні програми сільськогосподарського виробництва з метою визначення потреби ресурсного забезпечення розширеного відтворення економічного розвитку.

Методологічні підходи до формування стратегічних пріоритетів підвищення стійкості потенціалу беззбиткового розвитку сільськогосподарських підприємств мають ґрунтуватись на програмно-цільовому підході відтворення стабільного економічного зростання при виборі інструментів державного регулювання ресурсного забезпечення сільськогосподарського виробництва. Це вимагає визначення пріоритетних напрямів збалансування виробничо-фінансового циклу сільськогосподарських підприємств, акумулювання ними власних ресурсів за рахунок додаткових капіталізованих резервів та ефективного управління грошовими потоками при обмеженому залученні зовнішніх ресурсів.

Зазначені завдання можливо реалізувати лише за рахунок упровадження стабілізаційних програм, які передбачають стимулюючі важелі стратегічних пріоритетів ресурсного забезпечення сільськогосподарських підприємств та є складовими регуляторами репродуктивного механізму формування потенціалу їх беззбиткового розвитку. При цьому сам механізм передбачає реалізацію відповідних програм на всіх стадіях відтворювального циклу суб'єктів господарювання (*рис. 1*).

Взаємозв'язок між реалізацією програм формування стійкості потенціалу беззбиткового розвитку із стадіями відтворювального циклу сільськогосподарських підприємств орієнтований на довгострокове фінансування та розширення їх виробничої діяльності, збільшення кількості та розширення асортименту продукції, активізацію маркетингу, формування конкурентної моделі розвитку аграрного ринку. При цьому варіативність ресурсного забезпечення через потоки ресурсів суб'єктів господарювання має передбачати усі можливі зміни структури фінансування. По-перше, кожен поступальний рух потоку ресурсів в кругообігу відтворювального процесу виробничо-фінансового циклу обумовлює зміни як у складі цільових параметрів самофінансування, так і джерел ресурсного забезпечення. По-друге, сукупний обсяг фінансування змінюється, якщо потік ресурсів забезпечує перегрупування структури майнових активів [5; 10]. Зазначена варіативність операцій визначається потребою у фінансуванні витрат, пов'язаних із придбанням сільськогосподарської техніки та обладнання, оновлення технологій виробництва сільськогосподарської продукції [8; 9]. По-третє, рівновага між фінансовими ресурсами та їх джерелами надходження повинна зберігатись після будь-якої зміни потокового руху ресурсів [3]. При виборі джерел ресурсного забезпечення сільськогосподарських підприємств необхідно враховувати специфіку виробництва та умови надходження засобів виробництва протягом виробничого циклу.

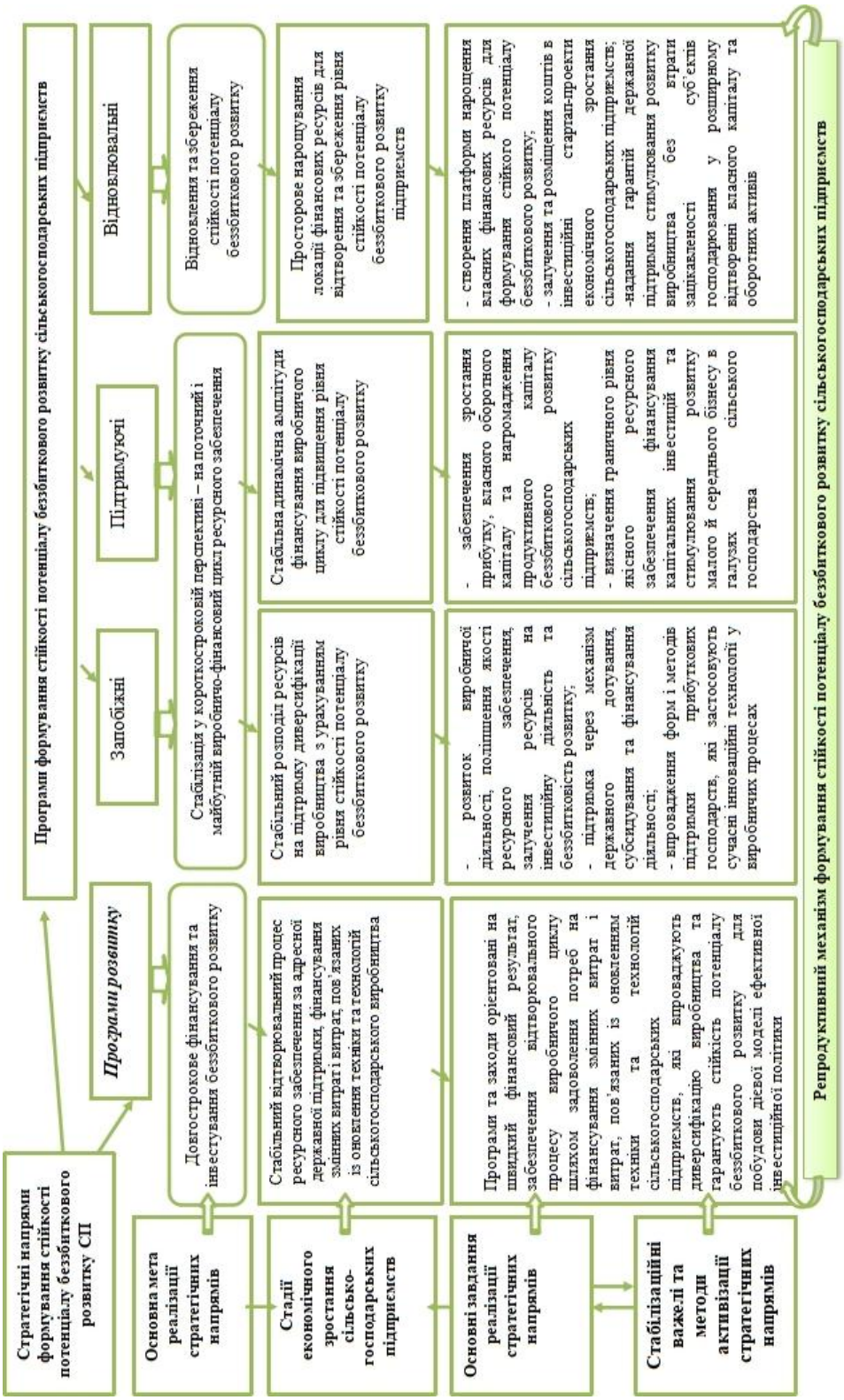


Рис. 1. Реалізація стратегічних напрямів формування стійкості потенціалу беззбиткового розвитку за стадіями економічного зростання сільськогосподарських підприємств

Обсяг та структура ресурсного забезпечення повинна визначатися залежно від можливостей освоєння ресурсів, окупності вкладеного капіталу та забезпечення прибуткової діяльності у коротко- та довгостроковому періодах. Структуру ресурсного забезпечення доцільно розглядати як співвідношення вартості власних ресурсів до вартості позичкових, які використовуються у відтворювальному процесі розвитку сільськогосподарського підприємства. Розуміти та враховувати ці особливості необхідно при реалізації стратегічних напрямів формування стійкості потенціалу беззбиткового розвитку, які дозволять синхронізувати та прискорити процес надходження ресурсів, а також капіталізувати тимчасово вільні їх залишки, здійснюючи інвестиційні операції з урахуванням можливих термінів доходності та ризику.

Пропонуємо до стратегічних напрямів забезпечення стійкості потенціалу беззбиткового розвитку сільськогосподарських підприємств включити стабілізаційні програми, які спрямовані на забезпечення зростання прибутку, власного оборотного капіталу; нагромадження продуктивного капіталу з метою досягнення економічного розвитку сільськогосподарських підприємств; підвищення граничного рівня ресурсного забезпечення; фінансування капітальних інвестицій та стимулювання розвитку малого й середнього бізнесу в сільських територіальних громадах.

Розвиток сільськогосподарських підприємств через нагромадження продуктивного капіталу в об'єкти відтворення стійкості їх потенціалу згладжує асиметрію пріоритетів взаємодії суб'єктів господарювання з органами місцевої влади шляхом визначення граничного рівня якісного ресурсного забезпечення та фінансування капітальних інвестицій в сільських громадах. Пріоритетність фінансування виробничого циклу сільськогосподарських підприємств може реалізовуватись шляхом застосування широкого кола регулюючих інструментів розвитку галузей сільського господарства, які за характером впливу поділяються на загальнодержавні (застосовуються у рівній мірі до усіх без винятку підприємств) та селективні (застосовуються вибірково до окремих підприємств, або їх груп). Загальнодержавні регулюючі інструменти фінансування підвищення рівня стійкості потенціалу беззбиткового розвитку сільськогосподарських підприємств спрямовані на створення передумов їх економічного зростання. Заходи цієї політики не мають вибіркового призначення та рівномірно впливають на всі території, на яких розміщенні сільськогосподарські підприємства, формуючи правове, організаційне і економічне середовище їх функціонування.

В рамках загальнодержавної політики визначаються сфери самостійних і спільних дій сільськогосподарських підприємств з органами влади, їх повноваження й відповідальність у всіх сферах розвитку галузей сільського господарства, встановлюючи правила, процедури та норми розподілу фінансових ресурсів. При цьому, стабільна динамічна амплітуда фінансування виробничого циклу прямо впливає на стійкість потенціалу беззбиткового розвитку сільськогосподарських підприємств, емпіричність дії якої обумовлена спроможністю господарюючих суб'єктів в тих чи інших підсистемах модифікованої стійкості потенціалу вплинути на фінансування витрат на оновлення техніки та технологій виробництва. Таким чином, вибір відповідного

типу фінансування виробничого циклу сільськогосподарських підприємств залежить від їх стратегічних цільового пріоритетів – підвищення рівня самофінансування для зниження дотування, субсидування та бюджетного фінансування сільського господарства, нарощування та підвищення рівня стійкості потенціалу беззбиткового розвитку.

З метою формування стійкості потенціалу беззбиткового розвитку, нами запропоновано включити до стабілізаційних програм стадію економічного зростання «Нарощування локації фінансових ресурсів для відтворення та збереження стійкості потенціалу беззбиткового розвитку сільськогосподарських підприємств», яка створює платформу збільшення власних фінансових ресурсів із залученням та розміщенням коштів стейкхолдерів в проекти економічного зростання суб'єктів господарювання, забезпечених гарантійними зобов'язаннями держави щодо фінансової підтримки в рамках стимулюючих важелів без втрати зацікавленості сільськогосподарських підприємств у відтворенні власного капіталу та оборотних активів.

Просторове нарощування локації фінансових ресурсів для формування стійкості потенціалу беззбиткового розвитку в довгостроковій перспективі може суттєво вплинути на фінансові результати діяльності сільськогосподарських підприємства забезпечуючи при цьому фінансову рівновагу, яка визначає взаємозв'язком між рівнем рентабельності господарської діяльності та видами грошових потоків; ритмічність реалізації виробничого процесу (будь-які затримки у здійсненні технологічних операцій з виробництва сільськогосподарської продукції негативно позначаються на формуванні виробничих запасів, рівні продуктивності праці, ефективності реалізації продукції); скорочення потреби в позикових джерелах ресурсного забезпечення; прискорення оборотності капіталу (скорочення тривалості виробничого циклу досягається в процесі ефективного використання ресурсів, а також зменшення потреби в зовнішніх джерелах фінансування); зниження ризику неплатоспроможності за рахунок асинхронності надходження і витрат потоку ресурсів; отримання додаткового прибутку за рахунок тимчасово вільних залишків грошових активів у фінансових інвестиціях.

На *рис. 2* виокремлено підсистеми репродуктивного механізму формування стійкості потенціалу беззбиткового розвитку сільськогосподарських підприємств під впливом зовнішнього та внутрішнього бізнес-середовища на процес залучення суб'єктами господарювання бюджетних коштів у виробничо-фінансовий цикл та потоки ресурсного забезпечення фінансування змінних витрат та витрат на оновлення техніки й технологій. Необхідно зазначити, що для залучення зовнішніх інвестиційних ресурсів необхідно розв'язати проблеми політичної та законодавчої стабілізації, проводити ефективні заходи щодо розвитку інфраструктури аграрного ринку, подолання законодавчих бар'єрів для сільськогосподарських підприємств на шляху до економічного зростання, так як вони в інтеграційному просторі державно-приватного партнерства зацікавлені в мінімізації зовнішнього конкурентного тиску на ринок сировинної продукції та підвищенні потенціалу їх беззбиткового розвитку.



Рис. 2. Багаторівнева модель репродуктивного механізму формування стійкості потенціалу беззбиткового розвитку сільськогосподарських підприємств

Якщо ресурси знаходяться не в натурально-речовій формі, то вони повинні спрямовуватися на здійснення інвестиційних вкладень. Доходність інвестування повинна покривати інфляційні втрати від знецінення національної валюти та забезпечити інвестиційний дохід на рівні не менше фактичної прибутковості майнових активів. Серед ризиків, які характерні короткостроковому фінансуванню інвестиційно активних сільськогосподарських підприємств, найбільший вплив має ризик ліквідності, тобто ймовірність невиходу матеріальних оборотних активів в плановий період виробничо-фінансового циклу (не повернення майнових активів у грошову форму).

Ефективним інструментом короткострокового фінансування інвестиційно активних сільськогосподарських підприємств є проведення операцій з придбання високоліквідних цінних паперів. При цьому, в стабілізаційних програмах розвитку сільськогосподарських товаровиробників мають виокремлюватись адміністративно-правові, організаційні та економічні методи, норми й правила забезпечення партнерських відносин в інвестиційній сфері на рівні відповідальності структурних та функціональних інституцій.

Зокрема, пропонуємо виокремити наступні складові репродуктивного механізму формування стійкості сільськогосподарських підприємств при залученні прямого інвестування в сільськогосподарське виробництво: державна підтримка – забезпечення гарантій інвестору щодо його діяльності на території України, але за умови дотримання засад економічної безпеки країни; державне стимулювання – заохочення інвесторів у здійсненні прибуткової господарської діяльності сільськогосподарських товаровиробників шляхом реалізації державних стратегічних пріоритетів беззбиткового розвитку суб'єктів господарювання; регулювання розвитку інвестиційного ринку – залучення нових сільськогосподарських підприємств до процесу диверсифікації виробництва (*рис. 3*).

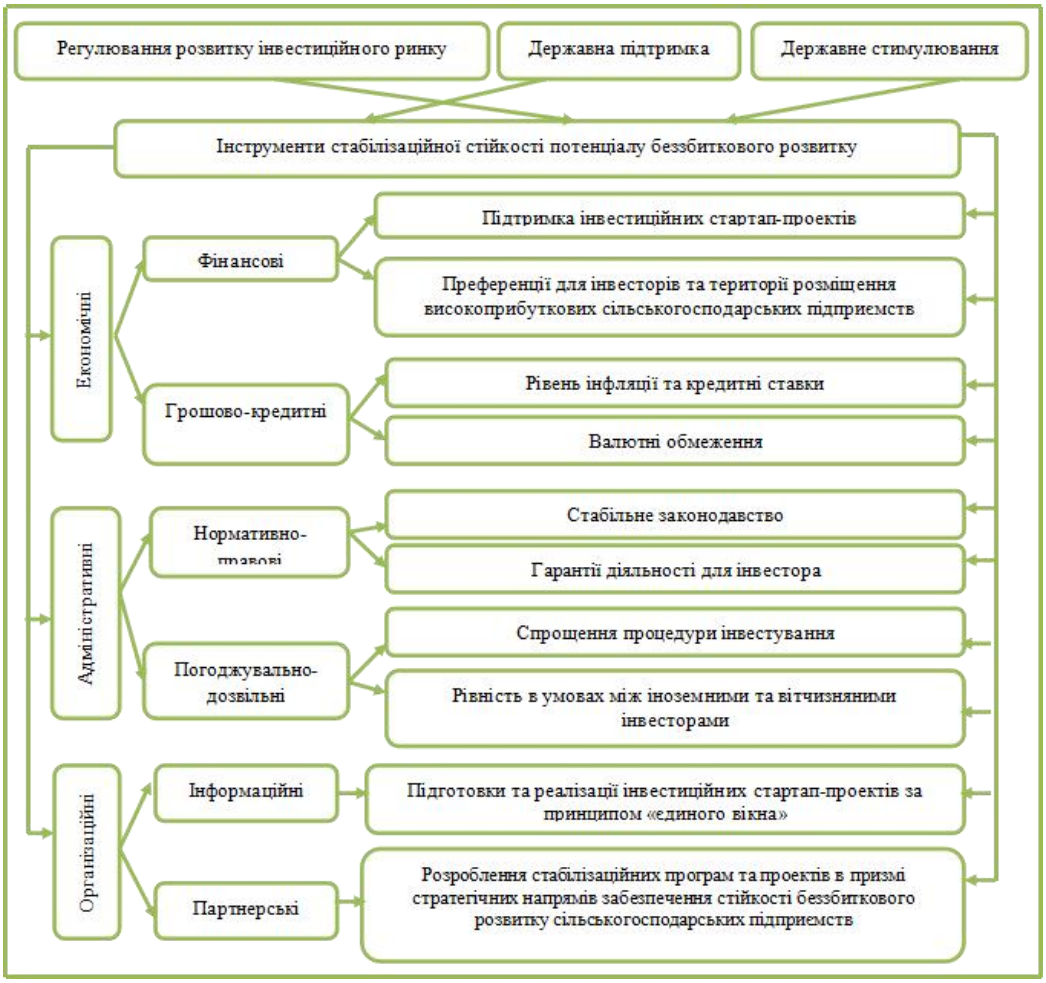
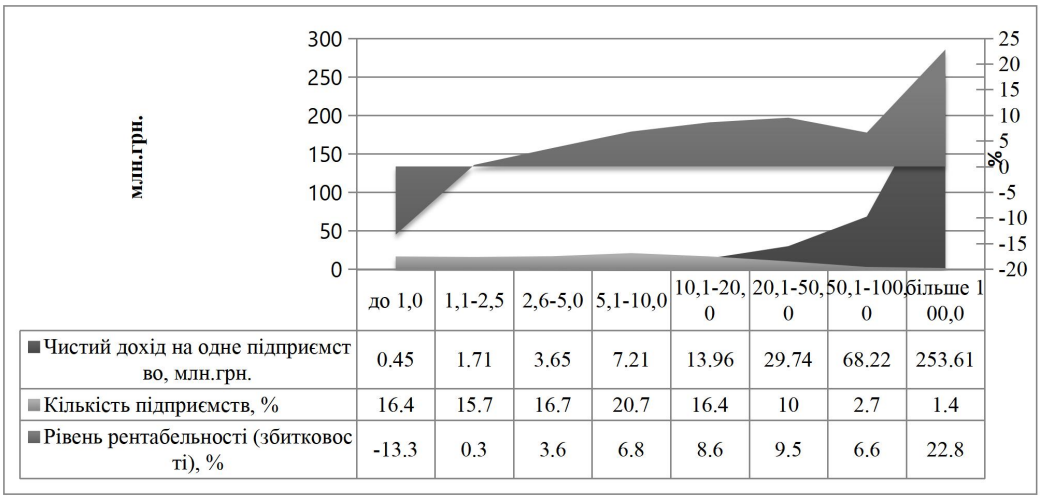


Рис. 3. Регулятивні інструменти формування стійкості потенціалу беззбиткового розвитку сільськогосподарських підприємств

Адміністративно-правовими напрямами державного сприяння залученню прямих інвестицій є такі: створення правового поля розвитку державно-приватного партнерства та встановлення гарантій діяльності для інвесторів за умови реалізації державно-приватного співробітництва; забезпечення іноземним інвесторам рівних умов діяльності з вітчизняними інвесторами; спрощення процедури залучення інвестицій та подолання проявів корупції при державній реєстрації, усунення бар'єрів для залучення іноземних інвестицій.

Організаційна складова репродуктивного механізму стабілізаційної програми беззбиткового розвитку сільськогосподарських підприємств має підтримувати формоутворюючі механізми бюджетного ресурсного забезпечення інвестиційної діяльності сільськогосподарських товаровиробників за принципом «єдиного вікна» для побудови ефективності взаємодії з інвесторами при реалізації стратегічних пріоритетних стартап-проектів, впровадження захисних регуляторів інвестиційної діяльності в Україні (агрострахування) та підвищення ефективності діяльності суб'єктів господарювання у взаємодії з інвесторами.

До напрямів удосконалення економічної складової репродуктивного механізму забезпечення стійкості потенціалу беззбиткового розвитку сільськогосподарських підприємств слід віднести обґрунтованість законопроектів, підзаконних актів та інших інструментів у межах формування вітчизняної моделі державної підтримки сільського господарства, яка має сприяти відтворювальному процесу ресурсного забезпечення та економічному зростанню виробництва. Це, перш за все, збалансована структура джерел фінансування виробничого циклу в галузях рослинництва та тваринництва. За оцінками експертів Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР), Європейського банку реконструкції та розвитку та Світового банку (ЄБРР і Світового банку) дефіцит фінансових ресурсів у рослинництві становить 45-60 млрд. грн., в тваринництві – 40–45 млрд. грн. [4]. Для стабільного функціонування, розмір чистого доходу в середньому на одне господарство повинен становити 5,1–10,0 млн. грн., який нажаль, забезпечують лише 20,7% сільськогосподарських підприємств. При цьому 1,4% сільськогосподарських підприємств мають реальну фінансову платформу ресурсного забезпечення та ефективного використання оборотних активів з обсягом чистого доходу більше як 100,0 млн. грн. Для 16,4% господарств існує дефіцит ресурсів фінансування їх господарської діяльності. При цьому рівень збитковості в даних підприємствах варіює в межах 13,3% з обсягом чистого доходу на одне господарство 456 тис. грн. (*рис. 4*).



	до 1,0	1,1-2,5	2,6-5,0	5,1-10,0	10,1-20,0	20,1-50,0	50,1-100,0	більше 100,0
Чистий дохід на одне підприємство, млн.грн.	0.45	1.71	3.65	7.21	13.96	29.74	68.22	253.61
Кількість підприємств, %	16.4	15.7	16.7	20.7	16.4	10	2.7	1.4
Рівень рентабельності (збитковості), %	-13.3	0.3	3.6	6.8	8.6	9.5	6.6	22.8

Рис. 4. Розподіл обсягу чистого доходу сільськогосподарських підприємств України

Таким чином, практичне застосування розробленого репродуктивного механізму забезпечення стійкості потенціалу беззбиткового розвитку сільськогосподарських підприємств дозволить забезпечити в найближчій перспективі перехід суб'єктів господарювання до більш високого рівня економічного зростання, і, цьому буде сприяти стабільна динамічна амплітуди фінансування виробничого циклу та просторове нарощування локації фінансових ресурсів у процесі циклічного відтворення їх беззбиткового розвитку.

Важливу роль у формуванні репродуктивного механізму забезпечення стійкості потенціалу беззбиткового розвитку сільськогосподарських підприємств має правильний вибір та подальше використання методів бюджетного та ринкового стимулювання ресурсного відтворення. Метою створення гнучкого репродуктивного механізму є формування стійкості потенціалу беззбиткового розвитку сільськогосподарських підприємств в контексті високої адаптованості до бізнес-середовища.

Вважаємо, що альтернативними способами аналізу й вибору пріоритетних стратегічних напрямів даного процесу стають математичні методи (індикативне моделювання) та методи прогнозування (інтуїтивні методи: Дельфі, аналізу ієрархій, програмного прогнозування, імітаційне моделювання, колективна генерація ідеї тощо), а також цілей ряд різноманітних моделей.

Існує багато методик аналізу рівня беззбиткового розвитку сільськогосподарських підприємств для обґрунтування управлінських рішень, що базуються головним чином на моделі CVP-аналізу, яка враховує зміну витрат обсягів виробництва сільськогосподарської продукції за умови розподілу витрат на постійні та змінні [1; 6; 14; 17]. Показники беззбитковості розраховуються на підприємстві після закінчення звітного періоду. Рівень економічної ефективності діяльності сільськогосподарських підприємств визначається системою натуральних та вартісних показників, які

характеризують специфіку галузі. На ефективність сільськогосподарських підприємств мають вплив такі фактори, як кліматичні зони, якість насіння та посадкового матеріалу, засоби захисту від хвороби та шкідників, механізація окремих виробничих процесів, технології зберігання сільськогосподарської продукції, наявність та доступність енергетичних ресурсів, стан шляхів сполучення та наявність транспортних засобів, політика держави щодо аграрної сфери , методика калькулювання собівартості, система ціноутворення, трудові ресурси, їх класифікація, умови організації праці, стимулювання праці тощо [2; 7; 11; 15; 16].

Зазначені фактори в грошовому виразі групуються за відповідними статтями витрат, що дозволяє аналітикам проводити необхідні розрахунки та дослідження впливу різних факторів на найважливіший показник, який визначає можливості формування стійкого потенціалу беззбиткового розвитку сільськогосподарських підприємств – прибуток підприємства.

Нижня межа рентабельності підприємства характеризується точкою беззбитковості або порогом рентабельності, аналіз якої дозволяє визначити обсяг реалізації продукції, за якого підприємство не отримає ні прибутків, ні збитків. Використовуючи цей показник можна встановити існуючий запас фінансової міцності, який характеризує ймовірну величину зменшення обсягу реалізації продукції. Показник міри впливу операційного важеля свідчить про зміни в процентному виразі величини прибутку за умови зміни виручки на 1% [12; 13].

Зокрема, підприємства з відносно високим рівнем ефекту виробничого важеля характеризуються більш високим виробничим ризиком не покриття виробничих витрат за рахунок виручки від реалізації продукції

Як свідчать проведені розрахунки, найбільш суттєвий вплив на формування прибутку підприємства має поєднання зміни ціни та обсягу продажу, оскільки сила операційного важеля за ціною має найвищі показники (*табл. 1)*.

Таблиця 1

Влив ринкової кон'юнктури на формування стійкості беззбиткового розвитку сільськогосподарських підприємств

Показник	Фактичне значення	Зменшення ціни на 25%	Зниження ціни на 25% та зменшення обсягу продажу на 10%	Зменшення постійних витрат на 20%	Зменшення постійних витрат на 20% та зменшення обсягу продажу на 10%
Прибуток, тис. грн.					
Пшениця	49126,27	25024,25	20374,31	53421,31	46361,16
Кукурудза	11479,70	5357,45	4273,745	12575,62	10879,69
Ячмінь	7767,30	1298,7	365,96	9373,04	7793,44
Ріпак	3924,26	-4691,66	-5468,12	6415,52	4777,464
Соняшник	47616,70	23874,7	19158,74	52273,68	45183,52
Запас фінансової міцності, %					
Пшениця	69,58	53,82	45,31	63,95	71,82

Кукурудза	67,69	49,44	39,12	61,71	69,79
Ячмінь	49,17	13,92	-8,69	39,76	51,37
Ріпак	23,96	-60,42	-140,48	9,87	22,96
Соняшник	67,16	50,63	41,84	61,08	69,66
Вплив операційного важеля, в.п.					
Пшениця	1,44	1,86	2,05	1,32	1,37
Кукурудза	1,48	2,02	2,28	1,35	1,40
Ячмінь	2,03	7,18	22,94	1,69	1,82
Ріпак	4,17	-1,65	-1,28	2,55	3,09
Соняшник	1,49	1,98	2,22	1,36	1,41

Отже, використання інструментарію операційного аналізу прогнозних параметрів зміни обсягу та ціна реалізації сільськогосподарської продукції, а також рівня змінних та постійних витрат виробництва дозволяє визначити варіанти зміни прибутку при зміні факторів впливу та виокремити фактори впливу, зміна яких найбільш суттєво впливає на формування прибутку сільськогосподарських підприємств.

В умовах цифровізації економіки сільськогосподарські підприємства не можуть забезпечити стійкість потенціалу їх беззбиткового без налагодженого механізму збору, обробки, передачі й застосування інформації з використанням інформаційних технологій. Управління сільськогосподарським виробництвом носить циклічний характер, пов'язаний з річним циклом технологічних операцій, що зумовлює необхідність регулярного повторення управлінських рішень: аналізу ситуації й постановки проблеми; вибору варіанта управлінського рішення; організації його виконання; контролю й оцінки. Отже, потреба в інформації для управління сільськогосподарським виробництвом є постійною, а ефективне управління неможливе без відповідного інформаційного забезпечення.

Інформаційним забезпеченням управління сільськогосподарським виробництвом є своєчасне надання особам, які приймають рішення щодо організації управління і технологій сільськогосподарського виробництва, об'єктивної, актуальної, вичерпної і достовірної інформації про стан керованих об'єктів і зовнішнього бізнес-середовища. Сучасна економіка сприяла зростанню інформаційних потоків, а це вимагає врахування величезної кількості чинників, які впливають на ефективність виробництва в цілому. З огляду на специфіку сільського господарства, а разом з нею і особливості управління сільськогосподарським виробництвом, можна зробити висновок, що недостатній розвиток теоретичної та практичної бази в інформаційній сфері призводить до прийняття неефективних управлінських рішень. Тому доцільним вважається розробка нових підходів до управління сільськогосподарським виробництвом і впровадження нових інформаційних технологій на всіх рівнях управління сільським господарством.

Раціональне використання ресурсної компоненти відтворювального циклу сільськогосподарського виробництва розглядається сьогодні як важлива умова збільшення виробництва продуктів харчування при оптимальних

затратах енергетичних ресурсів. Частка енерговитрат на виробництво продовольчої продукції в загальному енергобалансі розвинутих країн Європи сягає до десяти відсотків. В Україні цей показник вищий більш як удвічі. Тому в сільському господарстві набуває актуальності енергетичний аналіз вивчення ступеня використання різних типів виробничих засобів, які впливають на формування врожаю. Таким чином, можна суттєво підвищити економічну ефективність машинно-тракторних агрегатів та розробити оптимальний склад машинно-тракторного парку.

В сучасному агровиробництві застосовується високопродуктивна техніка. Висока продуктивність комбайнів та машинно-тракторних агрегатів призвела до зменшення їх кількості. Посівні, збиральні кампанії проходять за короткий період часу. Зменшення кількісного складу машинно-тракторних агрегатів зумовлює необхідність більш оперативного планування, перепланування та управління парком машин. Такі завдання і вирішують сучасні телематичні системи управління та контролю за технічним станом техніки. Телематична система – система моніторингу рухомих об'єктів, побудована на основі систем супутникової навігації, обладнання та технологій стільникового і/або радіозв'язку, обчислювальної техніки і цифрових карт. Моніторинг руху механізованих агрегатів використовується для вирішення завдань транспортної логістики в автоматизованих системах управління машино-тракторним парком. Телематичні системи виконують такі основні функції:

- планування сезонних робіт – складання й коригування розкладу операцій, при якому взаємопов’язуються між собою в часі можливості забезпечення різними видами матеріально-технічних та трудових ресурсів. При календарному плануванні враховується дотримання завдань обмежень часу робіт, ліміт та оптимальний розподіл ресурсів;

- облік та планування витрат матеріалів – витрати підприємства, пов'язані з виробництвом и збуту продукції, виконання робіт та надання послуг, що формують собівартість продукції;

- контроль виконання робіт – якісне виконання польових робіт полягає у вчасному обробітку з дотриманням агротехнічних вимог – це можна контролювати телематичними системами в режимі он-лайн. Зниження виробничих витрат забезпечується постійним контролем та автоматизацією технологічних процесів;

- зниження пошкодження врожаю та впливу на навколишнє середовище – автоматичне включення і виключення робочих секцій сільськогосподарських машин;

- облік використання сільськогосподарської техніки – остаточне налаштування та прийом завдань здійснюється в полі за допомогою дисплею, інтегрованого в телематичну систему агрегату. Телематичні системи забезпечують автоматичне, надійне і безпомилкове документування та резервне копіювання даних. Збереження всіх даних парку техніки в одному централізованому місці;

- контроль за технікою – при застосуванні телематичних систем підвищується рівень комфорту оператора машинно-тракторного агрегату.

Зростає темп робіт, а отже втрати врожаю мінімізуються. Оператор може зосередитися на оптимізації машини, а його втомлюваність при цьому зменшується;

Аналіз телематичних систем зарубіжних та вітчизняного виробників показав, що зарубіжні системи є більш функціональними та коректними, але можуть використовуватися лише у великих агропідприємствах, так як вартість їх придбання та експлуатації є високою. У той же час, телематична платформа «Агропрофіль» вітчизняного виробника «ГеоМетр Україна», є недорогою в придбанні (62-84 тис. грн.. в залежності від комплектації) та безкоштовною в експлуатації, тобто сигнали GPS-навігації є безоплатні. Точність водіння по рядках складає до 15 см. Цю технологію доцільно використовувати в господарствах невеликої площі. Для середніх та великих господарств пропонуємо використовувати більш продуктивну цифрову платформу «AMS» компанії John Deere (США).

Проведені розрахунки свідчать, що ефективність від застосування технології AMS при виконанні прямого комбайнування на площі 168,4 га тільки за критерієм вартості зекономленого пального складе 1168,5 грн., а збирання відбудеться швидше на 2 год. (*табл. 2*).

Таблиця 2

Економічна ефективність застосування технології «AMS»

Показник / операція	Основний обробіток ґрунту John Deere 6930D + АГН-4,2		Культивація John Deere 6930D + КПС-8 «Восход»		Боронування John Deere 6930D +ЗБР-24		Пряме комбайнування John Deere 660*i*+ John Deere 625 Flex	
	базовий	AMS	базовий	AMS	базовий	AMS	базовий	AMS
Робочі ходи	176	165	93	87	30	29	338	324
Площа руху агрегату, га	10,69	1,002	5,4	0,36	3,52	0,17	3,42	0,56
Втрати часу, год.	3,01	0,28	1,9	0,15	0,54	0,02	2,46	0,4
Вартість часу, грн.	164,35	15,29	103,74	8,19	29,48	1,09	134,32	21,84
Пальне, л	54,3	5,08	46,5	0,79	5,63	0,27	49,0	8,0
Вартість палива, грн.	1547,6	144,78	1325,3	22,515	160,46	7,695	1396,5	228
Економія, грн.	1551,83		1398,29		181,15		1280,98	

Також застосування технології «AMS» при вирощуванні пшениці озимої на чотирьох технологічних операціях забезпечить економію виробничих ресурсів на суму 1795,26 грн. за рахунок зменшення кількості робочих ходів та повторно оброблюваної площі. Таким чином, скорочується термін виконання механізованої операції, темп робіт зростає, що, в свою чергу, призведе до підвищення ефективності виробництва в цілому.

Застосування технології цифрового землеробства AMS сприяє підвищенню ефективності використання техніки, а рівень рентабельності

зростає зі збільшенням площі землекористування. Так, при упровадженні технології AMS на площах 1000, 3000 і 5000 га, економічний ефект за прямим експлуатаційними витратами становитиме 25123 грн., 75454 грн. та 125785 грн. відповідно. Цифрові системи моніторингу роботи машино-тракторних агрегатів дозволяють накопичувати об'єктивну та достовірну інформацію, аналізувати її, приймати швидкі та ефективні виробничо-господарські рішення.

Отже, інтелектуальні системи моніторингу роботи машино-тракторних агрегатів – це комплекс заходів, що дозволяють накопичувати об'єктивну та достовірну інформацію, аналізувати її, приймати швидкі та ефективні рішення. Результатом роботи виступає електронна карта полів, що містить усю необхідну інформацію для прийняття проектних рішень з розміщення сільськогосподарських культур, диференціації технологій їх обробітку при різних рівнях інтенсифікації виробництва, оптимальної організації території з урахуванням ландшафтних умов та формування раціональної та ефективної системи землеробства та стійкості потенціалу беззбиткового розвитку сільськогосподарських підприємств.

Формування стратегічних пріоритетів підвищення стійкості потенціалу беззбиткового розвитку сільськогосподарських підприємств повинно ґрунтуватись на програмно-цільовому підході відтворення стабільного економічного зростання при виборі інструментів регулювання ресурсного забезпечення сільськогосподарського виробництва. Для забезпечення стійкості потенціалу беззбиткового розвитку сільськогосподарських підприємств необхідно включати стабілізаційні програми, які спрямовані на забезпечення зростання прибутку, власного оборотного капіталу; нагромадження продуктивного капіталу; підвищення граничного рівня ресурсного забезпечення; фінансування капітальних інвестицій та стимулювання розвитку малого й середнього бізнесу в галузях сільського господарства; застосовувати технології цифрового землеробства AMS, що сприятиме підвищенню ефективності виробництва та забезпеченню стійкості потенціалу беззбиткового розвитку сільськогосподарських підприємств.

ЛІТЕРАТУРА

1. Баранов Л. Т. Нечеткие множества в экспертном опросе. *Социология: методология, методы, математические модели*. 2004. № 19. С. 142–157.

2. Булкін С. С. Інноваційна складова розвитку виробництва. *Економічне зростання та конкурентоспроможність національного господарства:* матеріали Міжнародної наук.-практ. конф. (Львів, 8-9 листопада 2019 р.). Львів: «Молодий вчений». 2019. С. 27–30.

3. Булкін С. С. Напрями забезпечення беззбиткової діяльності сільськогосподарських підприємств. *Інвестиції: практика та досвід.* 2019. № 19. С. 39–44.

4. Вініченко І. І., Трусова Н. В. Фінансова складова розвитку господарської діяльності сільськогосподарських підприємств. *Наука й економіка*. Збірник наукових праць. Хмельницьк: Хмельницький ДЦНІТ. 2013. №4 (32). С.130–144.

5. Вініченко І. І., Булкін С. С. Формування беззбитковості та економічної стійкості підприємства. *Економіка і держава.* 2019. № 10. С. 31–35.

6. Гончаренко О. В. Інституціональні аспекти реалізації інноваційних пріоритетів розвитку агропромислового виробництва. *Економіка. Управління. Інновації.* 2016. № 4 (16). С. 47–52.

7. Гончаренко О. В. Інституціоналізація агроінновацій: методологічний контекст. *Інноваційна економіка.* 2015. № 5 (61). С. 143–147.

8. Гуменюк А. Ф. Інвестиційна природа амортизаційних відрахувань та їх роль у відтворенні основних засобів. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2010. № 5. С. 204–205.

9. Драган Т. М. Ринок фінансового лізингу у цифрах. *Лізинг в Україні: Інформаційно-аналітичний бюлетень*. 2013. №2. С. 8–12.

10. Кучерявый А. В. Стратегическая безубыточность предприятия: понятие и составляющие. *Надежность*. 2013. № 1. С. 14–18.

11. Лобас М. Г. Економічна стійкість сільськогосподарського виробництва як основний чинник його конкурентоспроможності. *Агроінком.* 2008. №3–4. С. 23–27.

12. Олійник І. О. Методичні підходи до визначення беззбиткового обсягу виробництва сільськогосподарської продукції. *Економіка АПК*. 2008. № 2. С. 61–68.

13. Раєвнєва О. В. Управління розвитком підприємства: методологія, механізми, моделі: монографія. Х.: ВД «ІНЖЕК». 2012. 496 с.

14. Сокол О. Г. Дослідження впливу чинників на економічну стійкість сільськогосподарських підприємств. *Агросвіт.* 2008. №1. С. 21–25.

15. Туболець І.І. Зміст фінансової і економічної стійкості аграрних підприємств. *Агросвіт.* 2008. №19. С. 18–21.

16. Pavlova, G. Conceptual basis for innovative potential of agricultural production implementation / G. Pavlova, O. Honcharenko, R. Bezus, O. Masliaieva K. Didur. *Academy of Entrepreneurship Journal*. 2018. Vol. 24 Issue 2. P. 1–6.

17. Ruiz C. A. G., Luca F. Fibonacci factoriangular numbers. *Indagationes Mathematicae.* 2017. № 28. P. 796–804.

МЕНЕДЖМЕНТ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПТАХІВНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ЗАСАДАХ РАЦІОНАЛІСТИЧНОЇ ЛОГІСТИКИ

Родіна О. В., Величко О. П.

Менеджмент в загальній концепції управління економічною діяльністю відіграє важливу роль у визначенні стратегії і тактики поведінки аграрних підприємств. Ті з них, які ефективно використовують бізнес-діагностику і планування, вигідно відрізняються від інших конкурентів активною позицією в технологічному розвитку, управлінні попитом, стимулюванням продажів, розподілом продукції, життєвим циклом товару, можливістю диктувати власну цінову політику на ринку і т. ін. Менеджмент як наука суттєво пов'язана із логістичним підходом в економіці, основу якого складають елементи як математичної, так і військової логістики. Це, зокрема, актуально і для проєктування рішень на підприємствах агропродовольчої сфери.

При цьому прояв підприємницької логістики зазвичай має дуалістичний характер. Бо з одного боку вона обґрунтовує раціоналістичні підходи до управління різними сферами бізнесу, а з іншого – виконує забезпечувальну місію щодо основних бізнес-процесів компанії та є одним із ключових об'єктів управлінської діяльності [3]. Зокрема, раціоналістична логістика опрацьовує наукові принципи, формальні моделі і методи обґрунтування рішень та раціональної організації господарської діяльності у певній сфері економіки [4].

Успішність функціонування будь якої фірми залежить від менеджменту конкурентоспроможності продукції, що пропонується нею споживачам. Оцінка конкурентоспроможності продукції – сукупність операцій щодо вибору критеріїв (показників) конкурентоспроможності, встановлення справжніх значень цих показників для товарів-конкурентів і зіставлення значень показників аналізованих товарів з товарами, прийнятими за базові [1, с. 37]. Отже, конкурентоспроможність підприємства виступає агрегованим показником його конкурентних можливостей та здатності оперативно реагувати і пристосовуватися до чинників мінливого зовнішнього середовища.

Безумовно, найбільш об'єктивними методами оцінювання є кількісні методи, але неможливість виразити деякі характеристики продукції кількісними показниками вимагає застосування саме якісних методів оцінювання. У зв'язку з цим першочерговим завданням нашого дослідження постає підвищення рівня об'єктивізації оцінки конкурентоспроможності продукції спеціалізованих птахівничих підприємств за якісними показниками.

Про необхідність формування інтегрального показника конкурентоспроможності та пошуку більш пристосованих та адекватних методів оцінки конкурентоспроможності, що будуть визначати її рівень під впливом низки чинників, говорять постійні і динамічні зміни та посилення процесу глобалізації, що їх викликають.

Серед основних, які намагаються певним чином більш системно аналізувати і оцінювати фактори впливу на конкурентоспроможність, тобто і визначати її рівень, слід виділити наступні: методи оцінки

конкурентоспроможності товарів на основі їх рейтингу, за обсягом продажу, диференціальний, комплексний та змішаний методи.

Вплив таких показників, як ціна та якість характеризують рівень конкурентоспроможності товару та місце підприємства на ринку. Ціна – це грошовий вираз вартості, кількості грошей, що сплачуються або одержуються за одиницю товару або послуги [2, с. 55]. Якість – це сукупність властивостей і характеристик товару, які зумовлюють його здатність задовольняти конкретні особисті чи виробничі потреби відповідно до свого призначення [5, с. 55]. Звідси випливає, що в основі конкурентоспроможності продукції лежать два головних параметра: споживчі властивості (якості) і ціна.

Серед нетоварних чинників конкурентоспроможності виокремлюють – рекламна діяльність, престиж фірми формується такий показник конкурентоспроможності продукції як «популярність торгової марки», який при однакових споживчих властивостях продукції та ціні споживання відіграє ключову роль при становленні рівня конкурентоспроможності продукції.

Тому, управляти конкурентоспроможністю – значить забезпечувати оптимальне співвідношення названих параметрів: підвищувати якість продукції, знижувати витрати виробництва, підвищувати популярність її торгової марки.

Метою дослідження є підвищення ефективності механізму менеджменту через удосконалення процедури оцінювання конкурентоспроможності продукції спеціалізованих птахівничих підприємств на засадах раціоналістичної логістики з урахування споживчих параметрів продукції та їх вагомості.

Об’єктом дослідження є процеси оцінювання конкурентоспроможності продукції спеціалізованих птахівничих підприємств на засадах логістичного підходу. Предметом дослідження є механізм управління конкурентоспроможністю продукції спеціалізованих птахівничих підприємств з урахуванням споживчих властивостей продукції, ціни споживання та популярності торгової марки виробника.

Дослідження ґрунтується на застосуванні діалектичного методу пізнання економічних процесів і явищ, їх взаємозв’язку, безперервного розвитку та системного підходу до вивчення проблеми удосконалення методики оцінювання конкурентоспроможності продукції. В основу наукового пошуку покладено концепцію дуалістичного прояву сучасної підприємницької логістики: як підходу до управління (раціоналістична логістика) та об’єкту управління (забезпечувальна логістика) [3; 4].

Загальні питання сутності та ролі конкурентоспроможності у підприємницькому середовищі вивчали такі фахівці як Г.Азоєв, Я. Базилюк, Л. Балабанова, І. Должанський, Т. Єфремова, В. Семиноженко, Я. Жаліло, Л. Ярош-Дмитренко, А. Яшината та інші. Дослідженню проблем менеджменту конкурентоспроможності присвячено праці І. Борисюк, О. Драган, А. Касич, С. Романишин та ін. Методи оцінки конкурентоспроможності, їх узагальнення та розрахунок ефективності стали результатом глибокого наукового пошуку М. Портера та Ф. Котлера. Серед українських науковців такі дослідження

розвивали А. Гриньова, Л. Закревська, Ю. Іванов, О. Кириченко, В. Кучеренко, Є. Савельєв, А. Тищенко, О. Янкова та ін. Проблемам оцінки конкурентоспроможності у сфері агропромислового комплексу, і, зокрема, продукції сільського господарства, присвячено праці В. Андрійчука, М. Маліка, П. Саблука, О. Шпичака та інших відомих науковців.

Воронін Г. О. стверджує про багатогранність поняття «конкурентоспроможність», та вважає, що «це не тільки сукупність якісних і цінових параметрів товару, але й певна залежність від рівня менеджменту, управління фінансовими потоками, інвестиційної та інноваційної складової в діяльності підприємства» [6, с. 50].

Група авторів [7, с. 36-37; 8, с. 45] описують конкурентоспроможність підприємства – як загальну та комплексну оцінку підприємства, що показує рівень переваги певної сукупності показників оцінки його довільності, які визначають успіх підприємства на певному ринку у певний проміжок часу по відношенню до таких же показників його конкурентів.

Важливим у побудові ефективного методичного підходу до оцінки рівня конкурентоспроможності продукції є включення додаткових показників для оцінки, наприклад таких як, рівень маркетингового оточення, а саме: рекламу, імідж фірми, престиж торгової марки або споживча поведінка [9, с. 25; 10].

На думку Ярош-Дмитренко Л. О. [11], конкурентоспроможність визначається вагомим критерієм доцільності виходу підприємств на міжнародний ринок, а її підвищення – метою розвитку підприємств.

Методи оцінювання конкурентоспроможності продукції за способом оцінки розподіляються на якісні та кількісні, а за формою представлення результату – на матричні графічні та індексні [12, с. 215].

Рижмаль Л. Д. говорить про те, що узагальнений методичний підхід щодо критеріїв формування та визначення рівня конкурентоспроможності , у тому числі і продукції сільськогосподарського господарства визначається у поетапно, а саме: «вибір і розрахунки основних економічних показників (параметрів) і аналіз конкурентних сил, що діють в галузі; виявлення чинників рушійних сил, що викликають зміни в структурі галузі; визначення підприємств галузі, що мають найслабші та найсильніші конкурентні позиції; прогнозування ймовірних кроків стратегічних конкурентів; обґрунтування ключових факторів успіху підприємства; прийняття стратегічного рішення по привабливості того чи іншого підприємства галузі» [13].

Отже, як бачимо, сьогодні для оцінки рівня конкурентоспроможності підприємства використовується досить багато методів. На рисунку 1 узагальнено враховуючи застосування у практичній діяльності підприємства найбільш розповсюджені методи оцінки конкурентоспроможності підприємства, які об’єднано у певні групи [14; 15]. Дані *рис. 1* демонструють, що більшість методів оцінки конкурентоспроможності адаптовані та використовують для оцінки рівня конкурентоспроможності у діяльності підприємства.

Методи оцінки конкурентоспроможності підприємства					
	Група матричних (формальних) методів	Модель М.Портера	Модель «продукт-ринок» (І.Ансоффа)	Матриця БКГ	Метод ADL
		Матриця MsKinsey	Матриця А. Томпсона і Р. Стрікленда	Модель Shell/DMP	Метод PIMS
	Група графічних методів	Графіки порівнянь	Дослідження кривої досвіду	Діаграми	Модель життєвого циклу товару
		Метод побудови конкурентного простору	Багатокутник конкурентоспро-можності	Ілюстративні графіки	Аналітичні графіки
		Метод семантичного диференціалу	Радар конкурентоспро-можності	Метод конкурентних стратегій Ж.-Ж. Ламбена	
	Група методів оцінки рівня менеджменту підприємства	SWOT аналіз	STEP аналіз	Метод SPASE	STEEPV аналіз
		Ситуаційний аналіз	Метод бенчмаркінгу		Метод LOTS
		Метод експертних оцінок		Карта стратегічних груп	
	Група аналітичних методів та методів оцінки фінансово-господарської діяльності підприємства	Методи фінансово-економічного аналізу	Метод різниць	Метод рангів	Метод балів
		Модель з ідеальною точкою	Система диференційних рівнянь	Індекс Херфіндаля-Хіршмана	Індекс Розенблюда
		Методи прогнозування фінансового стану підприємства		Метод бюджетування	Екстраполяції
	Група індексних методів	Методи визначення та аналізу конкурентних переваг підприємств-конкурентів		Інтегральні методи	Методи самооцінки
		Теорія ефективної конкуренції		Методи оцінки конкурентоспроможності продукції	
		Методи засновані на теорії ефективної конкуренції		Метод, заснований на теорії рівноваги фірми та галузі.	

Примітка:

	- використання доцільне та можливе;
	- використання можливе для окремих секторів;
	- використання можливе, але має певні труднощі у процесі роботи (трудомісткий);
	- використання можливе, але обмежене враховуючи певні певні недоліки методу

Рис. 1. Узагальнена система методів оцінки конкурентоспроможності підприємства

На представленому *рис. 1* систематизовано методи оцінки конкурентоспроможності у чотири основні групи:

1. Група матричних (формальних методів) – методи, які засновані на використанні матриць або таблиць, що систематизовано за рядками та стовпчиками даних;
2. Група графічних методів – більшість методів даної групи базуються на побудові багатокутника конкурентоспроможності або інших графіків, що зможуть графічно продемонструвати рівень конкурентоспроможності підприємства;
3. Група методів оцінки рівня менеджменту підприємства–група стратегічних методів, що дозволяють проаналізувати певний взаємозв'язок між підприємством та зовнішнім середовищем та направлені на прийняття стратегічного управлінського рішення і визначення позицій на ринку з боку системи менеджменту підприємства;
4. Група аналітичних методів та методів оцінки фінансово-господарської діяльності підприємства – методи, що базуються на проведені аналітичних розрахунків на основі вихідних даних про фінансово-господарську діяльність підприємства.
5. Група індексних методів – в основу розрахунку покладено визначення одиничних чи певної групи індексів за певними показниками підприємства з майбутнім їх приведенням до інтегрального показника.

Враховуючи різноманітність поглядів щодо оцінки рівня конкурентоспроможності продукції можна запропонувати для оцінювання конкурентоспроможності продукції спеціалізованих птахівничих підприємств ($I_{ср}$) пропонується скористуватись методикою бальної оцінки на основі розрахунку інтегрального показника як суми зважених показників таких як: груповий показник конкурентоспроможності «споживчі параметри продукції», показник «ціна споживання», показник «популярність торгової марки».

Для одержання значень одиничних показників групового показника конкурентоспроможності «споживчі параметри продукції», показника «ціна споживання» і показника «популярність торгової марки» використана шкала бальної оцінки (від 2 до 5 балів), що наведена у *табл. 1* [17]. М'ясо птиці, що направляється на реалізацію проходить ретельну перевірку до моменту його відвантаження у торгову мережу і обов'язково має відповідати вимогам ДСТУ 3143:2013. Для оцінювання конкурентоспроможності продукції була обрана тушка бройлера, так як саме цей вид продукції складає 80% від загального обсягу реалізації продукції. Для визначення показника «ціна споживання» порівнюється ціна на продукцію підприємства, що порівнюється з ціною на аналогічну продукцію основного конкурента.

Таблиця 1

Система бальної оцінки показників конкурентоспроможності продукції спеціалізованих птахівничих підприємств

Показники	Оцінка, бали			
	5 - «відмінно»	4- «добре»	3 – «задовільно»	2 –«незадовільно»
Груповий показник конкурентоспроможності «споживчі параметри продукції» (GI_{ccp})				
Зовнішній вигляд тушки (Ac)	Поверхня суха, не завітрена, внутрішня поверхня чиста, без згустків крові.	Поверхня суха, не завітрена, внутрішня поверхня чиста, без згустків крові. Можуть бути незначні пошкодження шкіри, м'язів та кісток, що є наслідком розчленування тушки.	Поверхня суха, не завітрена, внутрішня поверхня чиста, без згустків крові. Є невеликі пошкодження шкіри, м'язів та кісток.	Поверхня суха, але завітрена, можливо присутня плісень. Є переломи стегнових та гомілкових кісток, наявності гострих країв кісток та уламків кісток, саден, слідів від ударів, глибоких порізів м'язової тканини та розривів шкіри
Стан шкіри (Cs)	Чиста, суха, не завітрена, без подряпин, без розривів, плям та синців. Для заморожених тушок - без холодильних опіків, для охолоджених - без слідів заморожування.	Чиста, суха, не завітрена, без розривів, плям і синців але є незначні подряпини.	Чиста, суха, не завітрена, без плям і синців але є незначні подряпини та розриви	Не відповідає нормам ДСТУ 3143:2013. Покрита слиззю особливо під крилами і в паху та в складках шкіри.
Колір шкіри (Cls)	Від «білого» до жовтого.	Від «білого» до жовтого з незначним відтінком	Від «білого» до жовтого із значним відтінком наближеним до сірого	Жовто-сірого колючу та має слизисту поверхню
Запах (S)	Властивий доброякісному м'ясу птиці, без сторонніх запахів	Властивий доброякісному м'ясу птиці, але незначний сторонній запах	Затхлий у грудочеревній порожнині	Гнильний з поверхні тушки і всередині м'язів, найбільш виражений у грудочеревній порожнині
Ступінь зняття оперення (Lf)	Оперення повністю видалено	Оперення повністю видалено, але є одиничні пеньки чи колодочки	Оперення повністю видалено, але є незначна кількість пеньків, розкиданих по поверхні тушки	Оперення видалено не повністю, є значні пеньки на крилах та хвостовій частині

Консистенція охолодженого м'яса (Ccm)	М'язи щільні, пружні; якщо натиснути пальцем, ямка, що утворилася, швидко охолодженого м'яса вирівнюється	М'язи менше щільні і менше пружні, але якщо натиснути пальцем, ямка, що утворилася, швидко охолодженого м'яса вирівнюється	М'язи менше щільні і менше пружні, чим у свіжих, при надавлюванні пальцем утворюється ямка, що вирівнюється повільніше (на протязі однієї хвилини)	М'язи в'ялі, при натисканні пальцем утворюється ямка, яка не вирівнюється
Колір підшкірного та внутрішнього жиру (Cf)	Блідо-жовтий або жовтий	Блідо-жовтий або жовтий з незначними відтінком	Блідо-жовтий з проявом сіруватого відтінком	Блідно-жовтого кольору, а внутрішня жирова тканина жовтувато-білого кольору з сірим відтінком
Стан кісткової системи (Cbs)	Кісткова система без переломів і деформацій.	Кісткова система без переломів і з незначними деформаціями	Кісткова система має незначні переломи і деформації	Кісткова система має явні переломи і деформації
Інформативність маркування (Li)	Відповідає закону України «Про захист справ споживачів» та технічним вимогам щодо правил маркування продуктів харчування, наявність інформації про конкурентні переваги товару і рекламних слоганів	Відповідає закону України «Про захист справ споживачів» та технічним вимогам щодо правил маркування продуктів харчування, наявність інформації про конкурентні переваги товару	Відповідає закону України «Про захист справ споживачів» і частково відповідає технічним вимогам щодо правил маркування продуктів харчування	Не відповідає закону України «Про захист справ споживачів» і частково відповідає технічним вимогам щодо правил маркування продуктів харчування, оцінюється, як нормативний показник, рівний нулю
Інформаційна і художня виразність упаковки (EPia)	Привабливий зовнішній вигляд упаковки з дотриманням ергономічних вимог, чітко оформлена етикетка, в якій наявні оригінальність художнього задуму	Звичайний зовнішній вигляд упаковки, якісне поліграфічне виконання етикетки, інформація чітка і легко читається	Звичайний зовнішній вигляд упаковки, не дотримана якість поліграфічного виконання етикетки, блідий колір або неграмотне поєднання кольорів	Не дотримана якість виконання етикетки, стійкість до пошкоджень і зберігання первинного зовнішнього вигляду, не чітка інформація
Показник «популярність торгової марки» (I_{bp})				
Загальні характеристики	Добре відома, приваблива, престижна	Відома, але недостатньо приваблива	Маловідома недостатньо приваблива	Невідома торгова марка

	торгова марка	торгова марка	торгова марка	
Показник «ціна споживання» (I_p)				
Шкала цін	Ціна нижча, ніж у конкурентів	Ціна на продукцію така сама як у конкурентів	Ціна на продукцію вище, ніж у конкурентів	Ціна на продукцію на 50% вище ніж у конкурентів та не відповідає

Із метою визначення вагових коефіцієнтів групових показників конкурентоспроможності продукції рекомендується проведення опитування експертів у формі інтерв'ю. Для отримання експертної оцінки запропоновано метод Дельфі [16], який є різновидом методу колективних експертних оцінок, так як він має досить суттєві переваги. Загальна кількість опитаних експертів складає 10 осіб, що є працівниками та спеціалістами середньої ланки. Критерії оцінки вагомості обраних групових показників, що впливають на рівень конкурентоспроможності визначено за 10-бальною шкалою (*табл. 2*) [17].

Таблиця 2

Критерії оцінювання вагомості показників, що впливають на рівень конкурентоспроможності продукції за 10 – ти бальною шкалою

Бали	Критерії оцінювання вагомості показника
10	Значення показника чинить вирішальний вплив на рівень конкурентоспроможності продукції підприємства
9	Значення показника чинить суттєвий вплив на рівень конкурентоспроможності продукції підприємства
8	Значення показника чинить значний вплив на рівень конкурентоспроможності продукції підприємства;
7	Значення показника чинить високий вплив на конкурентоспроможності продукції підприємства
6	Значення показника чинить вище за середній вплив на рівень конкурентоспроможності продукції підприємства
5	Значення показника чинить середній вплив на рівень конкурентоспроможності продукції підприємства
4	Значення показника чинить нижче за середній вплив на рівень конкурентоспроможності продукції підприємства
3	Значення показника має незначний вплив на рівень конкурентоспроможності продукції підприємства
2	Значення показника майже не впливає на рівень конкурентоспроможності продукції підприємства
1	Значення показника не впливає на рівень конкурентоспроможності продукції підприємства

Одержані від експертів оцінки вагомості q_{ij} кожного j -го групового показника у балах для одержання коефіцієнта вагомості $q_{jн}$ усереднюються та нормуються. Для аналізу погодженості експертів використовується коефіцієнт варіації варіантів відповідей (v).

У загальному вигляді груповий показник конкурентоспроможності «споживчі параметри продукції» розраховується як сума зважених одиничних показників.

Розрахунок коефіцієнтів вагомості показників конкурентоспроможності продукції підприємства та одиничних показників групового показника «споживчі параметри продукції» спеціалізованих птахівничих підприємств на підставі відповідей експертів щодо визначення вагомості коефіцієнтів і коефіцієнта варіації наведено в *табл. 3* [17].

Таблиця 3

Розрахунок коефіцієнтів вагомості показників конкурентоспроможності спеціалізованого птахівничого підприємства

Експерти	Методика розрахунку	Коефіцієнти вагомості одиничних показників групового показника конкурентоспроможності «споживчі параметри продукції»										Коефіцієнти вагомості показників конкурентоспроможності продукції		
		Ac	Cs	Cls	S	Lf	Ccm	Cf	Cbs	Li	EPia	GI_{ccp}	I_{bp}	I_p
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Результати опитування експертів, бали	10	8	5	8	6	9	7	4	8	4	8	6	7
2		8	7	7	10	4	9	6	4	6	3	9	4	9
3		7	8	7	8	5	8	8	6	7	4	10	5	5
4		10	10	6	7	3	10	5	5	6	3	10	3	7
5		9	9	4	10	4	9	7	4	5	6	8	4	6
6		8	5	8	9	5	8	6	3	7	3	9	4	8
7		8	6	5	10	3	10	7	5	8	3	10	5	6
8		9	9	6	10	4	8	6	4	5	5	7	4	8
9		9	8	8	8	5	7	8	4	8	4	10	3	7
10		10	8	6	9	3	7	5	3	6	5	9	6	6
q_{ij}	$q_{ij}=q_1+q_2..q_n/n$	8.80	7.80	6.20	8.90	4.20	8.50	6.50	4.20	6.60	4.00	9.00	4.30	6.90
$q_{jн}$	$q_{jн}=q_{ij}/\quad q_{ij}$	0.13	0.12	0.09	0.14	0.06	0.13	0.10	0.06	0.10	0.06	0.44	0.22	0.34
σ	$\sigma=\sqrt{D(q_{ij})}$ $D(q_{ij})=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(q_{ij}-\overline{q_{ij}})$, де n – кількість експертів	1.96	1.96	1.56	1.09	0.96	0.84	1.05	0.76	1.24	1.00	1.12	1.02	1.26
v	$v=\sigma/q_j$	0.11	0.25	0.25	0.12	0.23	0.12	0.16	0.18	0.19	0.25	0.12	0.23	0.18

Ступінь погодженості експертів визначається такими характеристиками коефіцієнта варіації [18, с. 354]:

v ≤ 0,10 – погодженість висока;

v = 0,11 – 0,15 – погодженість вище середньої;

v = 0,16 – 0,25 – погодженість середня;

v = 0,26 – 0,35 – погодженість нижче середньої;

v > 0,35 – погодженість нижче допустимої норми.

Із табл. 3 випливає, що коефіцієнт варіації змінюється у межах норми (отримані коефіцієнти варіації становлять не вище 0,25)

За результатами експертних оцінок рекомендується наступну залежність групового показника «споживчі параметри продукції» (GI_{ccp}), яку можна трансформувати у математичну модель [17]:

$$GI_{ccp} = 0.13 * Ac + 0.12 * Cs + 0.09 * Cls + 0.14 * S + 0.06 * Lf + 0.13Ccm + 0.10 * Cf + 0.06 * Cbs + 0.10 * Li + 0.06 * EPia \quad (1)$$

Залежність інтегрального показника конкурентоспроможності продукції підприємства ($I_{ср}$) можна виразити наступним чином [17]:

$$I_{cp} = 0.44 * GI_{ccp} + 0.22 * I_{bp} + 0.34 * I_p, \quad (2)$$

де I_{cp} – інтегральний показник конкурентоспроможності продукції;

GI_{ccp} – груповий показник конкурентоспроможності «споживчі параметри продукції»;

I_{bp} – показник «популярність торгової марки»;

I_p – показник конкурентоспроможності «ціна споживання».

Проведемо розрахунок конкурентоспроможності продукції (тушки курчати-бройлера охолодженої) ТМ «Знатна курка» (виробник ТОВ «Птахокомплекс «Дніпровський» – $К_1$) у порівнянні з продукцією основного конкурента ТМ «Наша ряба» (виробник ПАТ «Миронівський хлібопродукт» – $К_2$) *(табл. 4)*.

Таблиця 4

Розрахунок інтегрального показника конкурентоспроможності продукції (тушки курчати-бройлера охолодженої)ТМ «Знатна курка» та ТМ «Наша ряба»

Показник	Бальна оцінка		Вагомість	Зважена оцінка одиничних показників, бали		Зважена оцінка показників конкуренто-Спроможності, бали	
	$К_1$	$К_2$		$К_1$	$К_2$	$К_1$	$К_2$
Груповий показник конкурентоспроможності «споживчі параметри продукції» (GI_{ccp})	**-**	-	**0.44**	**4.16**	**4.81**	**1.83**	**2.12**
Зовнішній вигляд тушки (Ac)	4.00	4.90	0.14	0.56	0.64	-	-
Стан шкіри (Cs)	3.70	4.80	0.12	0.44	0.58		
Колір шкіри (Csl)	4.30	4.90	0.09	0.38	0.44		
Запах (S)	4.10	4.90	0.14	0.57	0.69		
Ступінь зняття оперення (Lf)	4.50	4.80	0.06	0.27	0.28		
Консистенція охолодженого	4.40	4.80	0.13	0.57	0.62		

м'яса (Ccm)							
Колір підшкірного та внутрішнього жиру (Cf)	4.30	4.80	0.10	0.43	0.48		
Стан кісткової системи (Cbs)	4.10	4.70	0.06	0.24	0.28		
Інформативність маркування (Li)	4.60	5.00	0.10	0.46	0.50		
Інформаційна і художня виразність упаковки (Epia)	4.00	5.00	0.06	0.24	0.30		
Показник «популярність торгової марки» (I_{bp})	**4.00**	**5.00**	**0.22**	**-**	-	**0.88**	**1.10**
Показник конкурентоспроможності «ціна споживання» (I_p)	**5.00**	**4.00**	**0.34**	**-**	-	**1.70**	**1.36**
Інтегральний показник конкурентоспроможності продукції (I_{cp})	**-**	**-**	**1.0**	**-**	-	**4.41**	**4.58**

За даними розрахунків (*табл. 4*) коефіцієнту конкурентоспроможності продукції підприємства порівнюємо отриману бальну оцінку з максимально можливою (5.0 балів) та встановлюємо його рівень конкурентоспроможності:

– від 0 до 1.0 бала – продукція неконкурентоспроможна;

– від 1.01 бала до 2.0 балів – рівень конкурентоспроможності нижче середнього;

– від 2.01 балів до 3.0 балів – рівень конкурентоспроможності нижче середнього;

– від 3.01 до 4.0 балів – рівень конкурентоспроможності середній;

– від 4.01 до 4.5 балів – рівень конкурентоспроможності вище середнього;

– Від 4.51 до 4.90 балів – рівень конкурентоспроможності високий;

–4.91 до 5.0 балів – рівень конкурентоспроможності найвищий «продукція – взірець».

На *рис. 2* зображено трикутник конкурентоспроможності продукції – тушки курчати-бройлера охолодженої двох торгових марок: ТМ «Знатна курка» та ТМ «Наша ряба», що характеризує три основних позиції рівня конкурентоспроможні: споживчі параметри продукції, популярність торгової марки та ціну споживання.



Рис 2. Трикутники конкурентоспроможності продукції (тушки курчати-бройлера охолодженої) ТМ «Знатна курка» ТМ «Наша ряба»

Враховуючи результати отримані за розрахунками інтегрального показника конкурентоспроможності продукції досліджуваних торгових марок підприємств-виробників тушки курчати-бройлера охолодженої:

– рівень конкурентоспроможності продукції ТМ «Знатна курка» (виробник ТОВ «Птахокомплекс «Дніпровський») 4.41 (≈4.40) та можна оцінити як рівень «вище середнього» у відповідності до представленої шкали;

– рівень конкурентоспроможності продукції ТМ «Наша ряба» (виробник ПАТ «Миронівський хлібопродукт») 4.58 (≈4.60) та можна оцінити як рівень «вище середнього» у відповідності до представленої шкали.

На *рис. 3* представлено багатокутник конкурентоспроможності одиничних показників групового показника «споживчі параметри продукції».

Отже, різниця між зваженими оцінками рівня конкурентоспроможності двох торгових марок виробників тушки курчати-бройлера охолодженої обумовлена викликана певною розбіжністю між зваженою бальною оцінку одиничних показників групового показника конкурентоспроможності «споживчі параметри продукції» (GI_{ccp}). Даний груповий показник узагальнив десять одиничних показників, які характеризують якість продукції та споживчі параметри продукції спеціалізованого птахівничого підприємства.

Система управління постійно перебуває під впливом факторів макро- та мікросередовища, а для налагодженої роботи повинна забезпечуватись ефективність процесу виробництва та збуту продукції у розрізі раціоналістичного підходу [19].

А отже, враховуючи складність та багатогранність методів оцінки конкурентоспроможності, що безпосередньо впливають та створюють певні нелегкі умови для функціонування та побудови системи управління конкурентоспроможністю підприємства – дослідження методів можна визначати як ключовим в управлінні конкурентоспроможністю та побудові її системи.

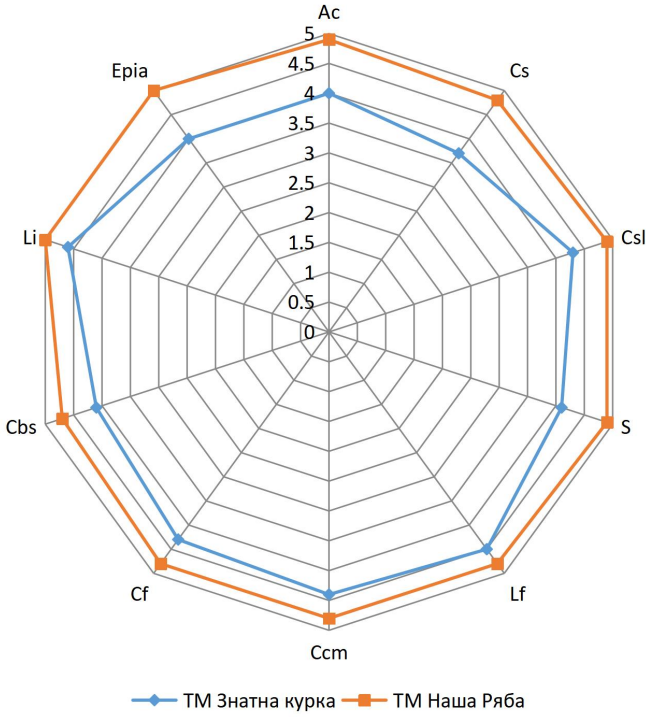


Рис. 3. Багатокутник конкурентоспроможності одиничних показників групового показника «споживчі параметри продукції»

Висновки

1. Проєктуванню ефективних рішень в менеджменті передує якісна бізнес-діагностика та виявлення реального стану справ щодо забезпечення переваг та слабких сторін підприємства у наявному конкурентному середовищі. З позиції процесного підходу, це все важливо для успішного виконання таких функцій менеджменту як аналіз та планування. Для досягнення цієї мети можуть бути задіяні окремі моделі або методи, які формують загальну систему сучасної раціоналістичної логістики.

2. Аналіз сучасних підходів до оцінки конкурентоспроможності продукції виявив, що жоден з усіх відомих методів не адаптований для оцінювання конкурентоспроможності продукції спеціалізованих птахівничих підприємств. Для підвищення об'єктивності оцінювання конкурентоспроможності продукції спеціалізованих птахівничих підприємств запропоновано застосування системи показників, що враховують споживчі характеристики продукції популярність торгової марки та ціну споживання.

3. Розроблено методичний підхід щодо оцінки конкурентоспроможності продукції спеціалізованих птахівничих підприємств, що відрізняється визначенням рівня конкурентоспроможності продукції на підставі розрахунку інтегрального показника як суми зважених показників, що враховують специфіку вимог до продукції спеціалізованих птахівничих підприємств. Результати оцінювання відображаються за допомогою трикутника, вершинами

якого є три показники, що лежать в основі оцінки конкурентоспроможності продукції («споживчі параметри продукції», «ціна споживання», «популярність торгової марки»).

4. Оцінено рівень конкурентоспроможності продукції ТМ «Знатна курка» (виробник ТОВ «Птахокомплекс «Дніпровський») та ТМ «Наша ряба» (виробник ПАТ «Миронівський хлібопродукт»)комбінованим розрахунково-графічним методом і встановлено, що розглянуті підприємства мають рівень конкурентоспроможності продукції вище середнього, що надає можливість успішно конкурувати в першу чергу на місцевих ринках збуту за рахунок менших витрат на транспортування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кобиляцький Л. С. Управління конкурентоспроможністю: Навч. посіб. Київ: Зовнішня торгівля, 2003. 304 с.

2. Продіус Ю. І. Формування системи забезпечення конкурентоспроможності промисловості: Монографія. Одеса: Астропринт, 1999. 72 с.

3. Velychko, O., Velychko, L., Butko, M. & Khalatur, S. (2019). Modelling of strategic managerial decisions in the system of marketing logistics of enterprise. *Innovative Marketing*, Vol. 15, No. 2, pp. 58-70. DOI:http://dx.doi.org/10.21511/im.15(2).2019.05

4. Velychko, O. (2014) Fundamental basis and connection of modern entrepreneurial logistics and SCM, *Review of European Studies*, Vol. 6, No. 4, pp. 135-146. URL:http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84911941415&partnerID=MN8TOARS

5. Чупик Г. Р. Наукові підходи до визначення категорій «конкуренція» та «конкурентоспроможність».*Вісник Львівської комерційної академії.* 2006. № 22. С. 55–58.

6. Крючкова Ж. В. Сутність конкуренції і конкурентоспроможності аграрних підприємств як економічна категорія. *Інвестиції: практика та досвід.* 2016. №12. С. 49–53

7. Денисенко М. П., Гречан А. П., Шилова К. О. Методика кількісної оцінки конкурентоспроможності підприємства швейної галузі. *Економіка та держава*. 2005. №8. С. 36–38.

8. Погребняк, Д. В. Методи діагностики конкурентоспроможності підприємства. *Проблеми підвищення ефективності інфраструктури. Збірник наукових праць.* 2011. Вип. 32. С. 45–51.

9. Мельник Т. С., Христофор О. Ф. Комплексна оцінка конкурентоспроможності товарів за умов сучасного ринку. *Вісник ВПІ*. 2002. №5. С. 23–28.

10. Степанова А. А. Методи оцінки конкурентоспроможності продукції. *Ефективна економіка.* 2012. №2. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=954 (дата звернення: 18.04.2022).

11. Ярош-Дмитренко Л. Підвищення міжнародної конкурентоспроможності як фактор розвитку промислового підприємства.

Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія «Економіка». 2017. Вип. 4. С. 51–56.

12. Иванов Ю. Б. Конкурентоспособность предприятия: оценка, диагностика, стратегия: Монография / Ю. Б. Иванов, А. Н. Тищенко, Н. А. Дробитько. Харьков: ХГЭУ, 2003. 349 с.

13. Рижмаль Л. Д. Критерії формування та визначення конкурентоспроможності сільськогосподарських підприємств. *Облік і фінанси АПК.* URL: http://magazine.faaf.org.ua/kriterii-formuvannya-ta-viznachennya-rivnya-konkurentospromozhnosti-silskogospodarskih-pidpriemstv.html (дата звернення: 15.04.2022).

14. Кириченко О. М., Мігдальський А. В. Методи оцінювання конкурентоспроможності підприємства. *Ефективна економіка.* 2017. №2. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5428 (дата звернення: 16.04.2022).

15. Левицька А. О. Методи оцінки конкурентоспроможності підприємства: вітчизняні та закордонні підходи до класифікації. *Механізм регулювання економіки.* 2013. № 4. С. 155–163.

16. Руденко В. В., Гутор Т. Г. Методика проведення та оцінки результатів експертних оцінок (на прикладі впровадження системи моніторингу здоров'я населення на рівні первинної медико-санітарної допомоги). *Український медичний часопис.* 2011. Вип. 2(82)-III-IV. С. 32–34. URL: https://www.umj.com.ua/wp/wp-content/uploads/2011/02/82_31-34.pdf?upload (дата звернення: 17.04.2022).

17. Savchenko T., Basiurkina N., Rodina O., Kwilinski A. (2019). Improvement of the assessment methods of product competitiveness of the specialized poultry enterprises. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*. Vol. 41. No. 1. Pp. 43-55. DOI: https://doi.org/10.15544/mts.2019.05

18. Балджи М. Д., Карпов В. А., Ковальов А. І., Костусєв О. О., Котова І. М., Сментина Н. В. Обґрунтування господарських рішень та оцінка ризиків: Навч. посіб. Одеса: ОНЕУ, 2013. 670 с.

19. Савченко Т. В. Вплив факторів зовнішнього середовища на систему управління конкурентоспроможністю підприємства. *Науковий вісник Національного гірничого університету.* 2015. №5. С. 142–148.

КОРОТКА ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ЗЕМЛЕРОБСТВА ТА СІВОЗМІН

Цилюрик О. І., Ткаліч Ю. І.

Суть системи ведення сільського господарства полягає в науково обґрунтованих організаційних, економічних і технологічних принципах побудови і управління сільськогосподарським виробництвом у конкретних умовах з метою задоволення потреб суспільства в сільськогосподарських продуктах. Складовою частиною ведення господарства є системи землеробства.

Системи землеробства – це не тільки форми використання ґрунту для вирощування різних культур, це й комплекс взаємозв'язаних заходів спрямованих на ефективне використання землі.

Основне завдання систем землеробства в першу чергу складається з раціонального використання землі та підвищення родючості ґрунту, поліпшення водного, поживного, повітряного, теплового і світлового режимів; а в результаті отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур з найменшими затратами праці.

Системи землеробства мають свою історію у відповідності з розвитком промисловості й сільського господарства. Вони змінювались представляючи різні ступені інтенсифікації використання землі, набору культур і способів підвищення родючості ґрунту.

Вчення про системи землеробства ще у першій половині XIX століття розвивали відомі вчені агрономи М. Г. Павлов, П. М. Преображенський, Я. А. Ліновський, С.М. Усов. Пізніше великий внесок у розвиток цього питання зробили Н. І. Савинов, О. М. Енгельгардт, О. П. Людаговський, О. В. Совєтов, І. О. Стебут [1].

В розробку агротехнічного аспекту систем землеробства великий вклад внесли: В. В. Докучаєв, П. А. Костичев, К. А. Тімірязєв, В. Р. Вільямс, Д. М. Прянишников та інші [2].

На початку розвитку системи землеробства формувались емпірично. Їх створення не було пов'язане з агрономічною наукою. Спочатку виникли: примітивна, заліжна, підсічно-вогнева, перелогова, лісопільна системи землеробства.

У найбільш екстенсивних системах землеробства – перелоговій, підсічно-вогневій та лісопильній – в обробітку та під посівом було близько 1/3–1/5 частини орних земель і лише під зерновими культурами. Залишали орні землі під заліж або переліг після 3–4-річного використання, тому що посіви дуже засмічувалися бур'янами, а верхній шар ґрунту розпорошувався, ставав безструктурним, з малим вмістом вологи, внаслідок чого різко знижувалися врожаї зерна.

По мірі відмови від заліжної і підсічно-вогневої систем землеробства створювався певний порядок в використанні землі в основі якого лежало періодичне чергування культур з «толокою» (пізніше таке поле стали називати паром). За правильного та своєчасного обробітку парового поля ґрунт очищався

від бур'янів, а після внесення гною підвищувалася його родючість та накопичувалися запаси вологи.

У деяких країнах Західної Європи на початку XVII і XVIII століття робилися спроби удосконалити парову систему землеробства. Поступово змінювалась структура посівів. У сівозмінах стали вирощувати багаторічні трави, коренеплоди, картоплю. При цьому зменшувались площі під чорним паром, розорювались малопродуктивні луки. У зв'язку з цим сформувалась вигінна або багатопільна – трав'яна система землеробства. При цій системі на половині площ розміщувались багаторічні трави, які використовувались на сіно і випас, а на решті площі – зернові культури.

На початку XX століття почали впроваджуватися парозернова і плодозмінна системи землеробства. Плодозмінна система землеробства, розроблена вченими Західної Європи, була більш прогресивною в порівнянні з паровою. Однак вона не могла застосовуватися в усіх зонах через різні грунтово-кліматичні умови.

Пізніше була розроблена В. Р. Вільямсом травопільна система землеробства, яка поєднувала сівозміни поліпшеної зернової і багатопільно-трав'яної в одну травопільну з польовою і лучною сівозмінами. Таке поєднання мало прогресивне значення, особливо у період організації великих колективних і державних господарств із значними площами сільськогосподарських угідь. В зв'язку з тим, що дана система не забезпечувала збільшення виходу зерна і створення високопродуктивної кормової бази в цей період були розроблені більш інтенсивні системи землеробства.

В Лісостепу в основному застосовували плодозмінну систему з зерно-просапними сівозмінами із посівом багаторічних бобових трав, зернових зернобобових, просапних (до 30–50%) і кормових культур. Для більшості посушливих лісостепових, північних і центральних степових районів використовували паро-зернову систему землеробства із 30-40% просапних і невеликою кількістю багаторічних трав і зернобобових. В посушливих південних і південно-східних районах застосовувались паро-зернова система землеробства, в якій чорні пари займали 15–20% з посівом зернових культур і невеликою кількістю просапних (20–25%)

З удосконаленням системи землеробства покращувались і сівозміни. Необхідність чергування культур була встановлена давно. Одним із перших, хто висунув теорію чергування культур був ботанік Декандоль. Він називав цю теорію токсичною, відповідно до якої вважалось, що рослини виділяють в ґрунт отруйні речовини, які їм шкодять і не шкодять іншим рослинам. Крім цієї теорії існувала гумусова теорія чергування культур, яку розробив Теер, вона зводилась лише до накопичення рослинами органічних речовин в ґрунті. Основоположником теорії мінерального живлення рослин був Ю. Лібіх, який вважав, що всі сільськогосподарські культури виснажують ґрунт і розділив їх на групи залежно від використання ними мінеральних елементів живлення.

В роботах П.А. Костичева, а особливо В.Р. Вільямса розвивалась теорія, згідно якої зниження родючості ґрунту викликано не хімічними змінами складу ґрунту, а погіршенням його фізичних властивостей, втратою структури. Тому в

основу чергування культур була покладена структурна теорія. В цій теорії велика роль відводиться багаторічним травам, які відновлюють структуру і покращують фізичні властивості ґрунту, а однорічні рослини погіршують структуру і родючість ґрунту. В зв'язку з цим головною умовою покращення родючості ґрунту вважали періодичну зміну однорічних культур сумішами багаторічних бобових і злакових трав, які відновлюють структуру ґрунту. Ця теорія лягла в основу травопільних сівозмін.

Всі раніше існуючі теорії Декандоля, Теера, Лібіха, Костичева, Вільямса поєднав академік Д.М. Прянішніков. Він глибше, ніж інші вчені розглядав хімічні, фізичні, біологічні і економічні фактори, які обумовлюють агротехнічне значення чергування культур в сівозміні.

Аналіз багаточисельних виробничих і наукових даних показує недопустимість беззмінного і навіть повторного вирощування таких культур як однорічні і багаторічні бобові (крім люпину), соняшника, льону, хрестоцвітих, цукрового буряку, табаку. Головними причинами швидкого падіння врожаю цих культур в беззмінних посівах являється ріст захворювань і пошкодження різними шкідниками (в тому числі нематодами і бактеріофагами).

Беззмінні посіви сільськогосподарських культур економічно невигідні, навіть при умові високого застосування добрив і хімічних засобів захисту від бур'янів, так як різко збільшується засміченість, пошкодженість специфічними шкідниками. А також порушується поживний режим грунту, в першу чергу азотно–фосфорний, значно знижується урожай. Так, за даними Інституту цукрових буряків УААН, на посівах беззмінної озимої пшениці ураженість рослин кореневими гнилями становить у середньому 16,6%, а в сівозміні при розміщенні цієї культури після картоплі – лише 9%; беззмінні посіви цукрових буряків уражуються коренеїдом на 53%, а в сівозміні – на 28–29% [3].

Великий внесок в розробку сівозмін на Україні в XX столітті зробили такі вчені як А.Ф. Глянцев, І.С. Годулян, Н.А. Греков, С.П. Кульжинський, В.О. Пастушенко, Б.Н. Рожественський, Є.М. Лебідь, І.Ф. Сокрута, В.С. Чумак. Ці вчені глибоко вивчали продуктивність сівозмін, накопичення гумусу, покращення фізико-хімічних і водно-повітряних властивостей ґрунту.

Науково обґрунтоване чергування культур у сівозміні передбачає, з одного боку, правильний підбір сприятливих для вирощування культур попередників, а з другого – оптимальне насичення сівозмін одновидовими культурами, яке враховує допустиму періодичність вирощування їх у полях сівозміни. При такій побудові сівозміна максимально виконує основну біологічну функцію – фітосанітарну і позбавляє посіви сільськогосподарських культур від зайвого застосування хімічних засобів захисту урожаю. У ній порівняно з беззмінними посівами культур ураженість рослин хворобами і шкідниками зменшується у 2–4 рази [3].

Проте є деякі культури (кукурудза, картопля, просо, гречка, коноплі), які завдяки специфічності своїх кореневих виділень і складу ризосферної мікрофлори можуть протягом певного (але нетривалого) часу вирощуватися беззмінно без істотного зниження врожайності. Такі культури вважаються умовно самосумісними і досить легко переносять повторні посіви у сівозміні.

Сівозміни мають позитивний вплив на раціональне використання культурами вологи, поживних речовин та фітосанітарний стан.

Відомо, що польові культури, які вирощують у сівозміні, вимагають для створення врожаю різної кількості води та використовують її в період вегетації з різних шарів ґрунту.

Чергування культур із різним використанням води дає змогу регулювати водний режим ґрунту в сівозміні. У степових районах із нестійким зволоженням з цією метою використовують пари з розміщенням по них озимої пшениці.

Так, В. Г. Ротмистров вважав, що при правильному чергуванні культур ми робимо «коренезміну» або створюємо умови для поглинання води і поживних речовин із різних шарів ґрунту.

Вирощування кожної культури супроводжується нагромадженням у ґрунті збудників хвороб та шкідників. Після збирання врожаю залишаються рослинні залишки, змінюється вміст поживних речовин у ґрунті, перебіг мікробіологічних процесів, водний і повітряний режими. Всі ці фактори впливають не лише на розвиток наступних культур, а й на збудників хвороб і шкідників. В одних випадках вони сприяють їх інтенсивному розвитку, в інших – обмежують їх шкідливу дію. У зв'язку з цим виникає необхідність запровадження сівозмін з таким чергуванням культур, яке сприяло вирощування високих урожаїв та запобігало розвитку хвороб і шкідників та нагромадженню їх у посівах.

Сівозміна має велике і організаційно-господарське значення в захисті рослин. Культури не тільки чергуються на одному й тому самому полі, а й у просторі. Завдяки просторовій ізоляції можна обмежувати розвиток хвороб. Особливо це важливо для перехреснозапильних культур та для боротьби з хворобами, що переносяться вітром, водою, передаються з рослинними залишками тощо. Так просторова ізоляція дає змогу значно обмежити уражуваність насінницьких посівів летючою сажкою пшениці, кукурудзи, сорго і проса, до деякої міри іржею, борошнистою росою; соняшнику – несправжньою борошнистою росою, бурою та сірою гнилями, а цукрових буряків – пероноспорозом, вірусною жовтяницею, мозаїкою, іржею.

Основна роль сівозмінного фактору в боротьбі з бур'янами – це обмеження їх пристосування до окремих видів культурних рослин. Бур'яни опиняються не в типових для них умовах і знижують свій ріст та інтенсивність розмноження.

Впровадження сівозмін є одним з найважливіших агротехнічних заходів, що регулюють родючість ґрунту. Одна з головних ґрунтоохоронних функцій сівозміни і умов її стабільно високої продуктивності є створення у ґрунті бездефіцитного балансу гумусу і поживних речовин.

Важливе значення в підвищенні родючості ґрунту і урожайності при чергуванні культур в сівозміні мають багаторічні трави. При доброму врожаї вони збагачують ґрунт органічними речовинами, покращують фізичні і біологічні властивості, водний і повітряний режими ґрунту, ефективно захищають ґрунт від водної і вітрової ерозії.

За даними Полтавської обласної сільськогосподарської дослідної станції при урожаї сіна багаторічних трав 40–60 ц/га лишається в орному шарі 80–90 ц/га повітряно сухих кореневих і пожнивних решток, які містять 160–180 кг/га азоту. В наслідок чого ґрунт після багаторічних трав збагачується на гумус, якого було 2,62%, а в сівозміні без трав 2,2%. Багаторічні трави позитивно впливають на родючість ґрунту, тому вони являються важливою ланкою при побудові сівозмін.

Принциповою умовою високої продуктивності культур у сівозміні і стабілізації родючості ґрунту є створення в системі ґрунт – рослина бездефіцитного балансу основних поживних речовин та гумусу. Це можливо лише при дотриманні науково обґрунтованих рівнів повернення в ґрунт поживних речовин завдяки добривам. Відомо, що різні рослини для формування одиниці врожаю потребують неоднакової кількості і в різному співвідношенні елементів живлення.

Загальний винос поживних речовин із ґрунту культурами в сівозміні залежить від набору і співвідношення у ній тих чи інших груп культур.

За даними вчених не менше однієї третьої сільськогосподарської продукції отримують за рахунок мінеральних добрив.

Дефіцит гумусу в ґрунті у різних сівозмінах має поповнюватись шляхом внесення органічних добрив, оптимальні норми яких визначають на підставі розрахунків усіх складових балансу гумусу. Головним органічним добривом являється гній [4].

Поживні речовини, які містить гній, головним чином, в органічно зв’язаній формі, звільняються тільки поступово по мірі розкладання органічної речовини. Мінералізація органічних речовин проходить протягом всього вегетаційного періоду. Тому гній краще вносити під культури, які мають довгий період вегетації. Це, перш за все, цукровий буряк, кукурудза, овочі. Під зернові культури гній вносять в певних випадках тому що період вегетації останніх коротший, а потреба в елементах живлення значно нижча ніж у просапних культур.

Гній являється джерелом : азоту, фосфору, калію, кальцію, магнію, мікроелементів і фізіологічно активних речовин. Одночасно із збагаченням ґрунту поживними речовинами гній покращує його фізичні властивості, підвищує поглинальну здатність, понижує кислотність, створює умови для розвитку мікрофлори.

В дослідах колишньої Миронівської сільськогосподарської дослідної станції на слабовилугуваному чорноземі за 50 років внесення гною (80 т/га за ротацію) вміст гумусу в орному шарі збільшився на 0,74% (на контролі – 4,32%). При внесенні половинної норми гною (40 т/га за ротацію) в співвідношенні з половинною нормою мінеральних добрив в еквівалентних кількостях по поживних речовинах, різниця між контролем і удобреним варіантом склала 0,51%, а на мінеральному фоні вміст гумусу був на рівні не удобреного варіанту.

Широке використання добрив та впровадження найновіших досягнень науки та передового досвіду у другій половині XX століття не тільки

збільшувало родючість ґрунту, а й урожайність польових культур, про що свідчать дані *табл. 1.*

Як видно з даних таблиці, середня урожайність кукурудзи, соняшника, цукрових буряків, озимих зернових збільшилась у 1,3–1,8 разів, а ярих зернових у 5 разів.

Таблиця 1

Урожайність сільськогосподарських культур в Україні, ц/га

Культури	1923–1926 рр.	1973–1993 рр.	1994–2020 рр.
Озимі зернові	24	43,8	55,1
Ярі зернові	8,8	40,4	51,3
Кукурудза	33,7	43,9	70,2
Соняшник	17,2	25,9	29,5
Цукровий буряк	264,3	390,0	510,3

Але починаючи з 60-х років у результаті інтенсивної хімізації і безгосподарського відношення до накопичення та збереження органічних добрив (гною), розширення площ під просапними культурами (цукровий буряк, кукурудза, соняшник), а також скорочення посівів багаторічних трав і застосування важких сільськогосподарських машин привело до деградації ґрунтів. Так, за даними В.В. Докучаєва [2], в XIX столітті в орному шарі ґрунтів Харківської і Полтавської областей вміст гумусу становив 7–10%, а через 100 років його запаси знизились на 29–31%. Протягом 1960–1990 рр. щорічне використання мінеральних добрив на Україні зросло з 36 до 160 кг діючої речовини на 1 га сівозмінної площі, а внесення гною – з 3,9 до 8,1 т/га. Баланс поживних речовин в землеробстві за 1986–1990 рр. склав в середньому 102% NPK, в тому числі по азоту 95 %, фосфору 164 і калію 86 %. Поряд з цим удосконалювались сівозміни, обробіток ґрунту, збільшувалось застосування хімічних засобів захисту рослин. Широке використання добрив, пестицидів в свою чергу приводило до забруднення навколишнього середовища нітратами, важкими металами і т. ін.

У зв'язку з загостренням екологічного стану та скороченням використання мінеральних добрив протягом 1991–2003 рр. в результаті кризових явищ в сільськогосподарському виробництві, виникла необхідність застосування систем землеробства, які базуються на біологічних принципах.

Для запобігання негативної дії інтенсивної хімізації на екосистеми і здоров'я людей потрібні інші підходи до підвищення родючості ґрунту, суть яких має зводитися до біологізації систем землеробства і приведення її у відповідність з кругообігом речовин.

У світі існує кілька напрямків альтернативного землеробства: органічне, органо-біологічне, біологічне та інше. Найбільш давню історію має біодинамічне землеробство (близько 70 р.), його теоретичні положення розробив Р. Штайнер.

Головними ознаками альтернативного землеробства є: а) відмова, у разі можливості, від використання легкорозчинних мінеральних добрив, насамперед азотних, а також хімічних засобів захисту рослин; б) стимулювання біологічної

активності ґрунту шляхом широко застосування органічних відходів тваринницького походження, компостів, зелених добрив (сидератів), фіксація атмосферного азоту бульбочковими бактеріями.

Тепер альтернативою традиційному землеробству може стати біологічне землеробство. Органо-біологічне землеробство, як напрям екологічного сільського виробництва, в останні роки набуло великого поширення.

У центрі уваги органо-біологічного землеробства перебуває ґрунт, який замикає цикл сільськогосподарського виробництва. Ріст рослин залежить від процесів, що в ньому відбуваються.

В країнах Західної Європи і США проблемі екологізації сільськогосподарського виробництва приділяється велике значення. У 1972 р. була створена міжнародна федерація «Рух за органічне сільське господарство» (IFOAM). Уже понад 20 років проводяться наукові дослідження з цієї проблеми, повільно, але неухильно розширюються масштаби практичного застосування альтернативного землеробства. Слід сказати, що його головна мета за визначенням західноєвропейських вчених – виробляти екологічно чисту біологічно повноцінну сільськогосподарську продукцію.

Гарантією одержання такої продукції, на думку закордонних дослідників, є повна відмова від застосування добрив, пестицидів та інших штучних хімічних сполук.

Для біологічного землеробства характерними є: *екологічність* – безпечний для довкілля та здоров'я людини вплив на ґрунт і сільськогосподарські культури; *адаптивність* – використання адаптивного потенціалу всіх біологічних компонентів агросистем з урахуванням рівня родючості ґрунтів і природнокліматичних особливостей місцевості; *наукоємність* – застосування найновіших досягнень науки в області живлення рослин, управління родючістю ґрунтів, селекції та генної інженерії; *біологічність* – підсилення ролі біологічного азоту, використання поряд з гноєм, сидератів, побічної продукції, застосування мікробіологічних препаратів, що поліпшують азотне і фосфорне живлення рослин, перехід на переважно нехімічні методи боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами сільськогосподарських культур [8].

Якщо виходити із цих позицій стає очевидним, що біологічне землеробство з одного боку – могутній еколого-стабілізуючий фактор, а з іншого – необхідна умова стійкого функціонування агросистем.

Наявність бобових позитивно впливає на рівень урожаю культур сівозміни порівняно з урожаєм у сівозміні без бобових. Збільшення норм добрив удвоє у сівозміні без бобових підвищувало урожай більшості культур до рівня, який одержано у сівозміні з бобовими на фоні одинарних норм.

У сівозміні, насиченій бобовими культурами, без шкоди для врожаю можливе зменшення норм азотних добрив під культури, попередниками яких є самі бобові. Не потребує застосування азотних добрив ланка сівозміни з таким чергуванням: конюшина – льон – озима пшениця.

Використання властивостей бобових культур – один з основних шляхів «біологізації» сівозмін відповідно до вимог екології [9].

Гній – ще один з основних засобів біологічного землеробства. Гній і біодобрива допомагають знизити негатив хімізації, зберегти рівновагу в екосистемі: ґрунт – рослина – людина.

При такому підході до біологічного землеробства одержання «чистої» сільськогосподарської продукції є хоча і важливою, але другорядною справою відносно головної його мети – охорони ґрунтів від надмірних агрогенних навантажень, підвищення їх біогенності, попередження деградації.

Протягом 1989–1996 рр. на Лівобережжі Лісостепу України вивчали порівняльну ефективність трьох систем землеробства:

а) традиційної (гній + високі дози мінеральних добрив та хімічних засобів захисту рослин від хвороб, шкідників і бур'янів; б) альтернативної (гній + рядкове добриво та механічні заходи боротьби з бур'янами); в) біологічної (гній + помірні дози мінеральних добрив, використання побічної сільськогосподарської продукції, сидератів, мікроелементів, мікробіологічних препаратів та нехімічних заходів захисту рослин).

Дослідження проводили на чорноземах типових у дослідному господарстві «Комунар» Інституту ґрунтознавства та агрохімії УААН. Чорнозем типовий вибрано об'єктом досліджень не випадково. Виходили з того, що ефективність «органічного» землеробства буде найвищою на родючих ґрунтах.

За даними *табл. 2* видно, що незважаючи на достатньо високий рівень родючості ґрунту дослідної ділянки (вміст гумусу в шарі 0–20 см становив 4,1 %, рухомого фосфору – 13,8, доступного калію 9,0 мг/100 г ґрунту), рівень врожайності сільськогосподарських культур при альтернативній системі землеробства, був нижчим, ніж при традиційній та біологічній.

Однією з головних причин, що пояснює цей факт, є те, що сучасні вітчизняні сорти сільськогосподарських культур розраховані, як правило, на високий агрохімічний фон, а тому відмова від використання добрив на більшості культур призвела до істотного зниження врожайності. Встановлено, що при альтернативній системі землеробства біологічний потенціал культурних рослин використовується не повністю, рівень врожайності істотно знижується, якість рослинницької продукції (вміст білка, клейковини, протеїну, цукру) погіршується.

Таблиця 2

Вплив різних систем землеробства на врожайність сільськогосподарських культур

Система землеробства	Урожайність сільськогосподарських культур, ц/га					
	озимої пшениці (1993-1995рр.)	цукрового буряка (1994-1996 рр.)	соняшнику (1992-1994 рр.)	озимого жита (1994-1996 рр.)	вівса (1992-1996 рр.)	кукурудзи на зерно (1993-1995 рр.)
Традиційна	53,6	474	30,7	40,6	43,0	44,9
Альтернативна	48,7	422	26,1	38,6	41,6	40,6
Біологічна	55,6	513	33,9	45,8	47,5	46,5

За даними аналізів, проведеними у США, при масовому переході до органічних методів ведення сільського господарства врожайність пшениці знизилась від 29–30 ц/га до 16,3–18,6 ц/га, зернових фуражних культур – від 52,8–53,9 до 27,5–32; сої – від 27,1–27,8 до 16,7–19,4 ц/га.

У проведеному за завданням ФАО огляді можливих результатів переходу на альтернативне землеробство зроблено висновок, що при цьому врожаї зернових культур зменшуються на 10–12%, картоплі та цукрового буряка на 35%.

За даними, отриманими з Німеччини, зниження врожаїв при цій системі землеробства склало: пшениці – 20–30%; жита – 30; вівса – 20; ячменю – 30%.

Найкращі умови мінерального живлення складаються у біологічному землеробстві за рахунок застосування помірних доз добрив, збільшення у сівозмінах частки багаторічних трав, використання сидератів, побічної сільськогосподарської продукції, інших агроприйомів.

Про переваги біологічного землеробства свідчать також дані, що характеризують якість гумусу. За результатами досліджень, у традиційному землеробстві щорічне внесення пестицидів та мінеральних добрив, які розраховані на інтенсивні технології, призводить до погіршення гумусового складу ґрунтів. В складі гумінових кислот збільшується кількість насичених вуглеводів, які формують аморфну та нестабільну структуру. Збільшують вміст карбоксильних та гідроксильних груп, що є свідченням процесів дестабілізації і навіть руйнування міжмолекулярних зв'язків. При біологічній системі землеробства аліфатичні компоненти гумінових кислот добре структуризовані й стабільні.

Головна екологічна властивість гумусу – зв'язування важких металів і збереження всього живого на землі від їх токсичної дії, в тому числі і від важких радіонуклідів.

Чим більше гумусу в ґрунті тим яскравіше проявляється буферна властивість ґрунту; харчова і кормова продукція, вирощена на високогумусових ґрунтах являється екологічно чистою, а родючість полів залежить від кількості і якості гумусу в ґрунтах [4].

Якість гумусу ґрунту при альтернативному землеробстві, хоча й не досягає рівня при біологічному землеробстві, проте краща, ніж при застосуванні інтенсивних технологій.

Мікробіологічні дослідження свідчать, що при вирощуванні сільськогосподарських культур за інтенсивними технологіями у ґрунтах посилюються мінералізаційні процеси.

Паралельно з цими дослідженнями в зарубіжній літературі приводяться дані, які свідчать, що зниження продуктивності сільськогосподарських культур при використанні альтернативного землеробства відмічалося, головним чином, на низькородючих ґрунтах на високородючих нееродованих ґрунтах, як показали дослідження в США [11; 12] і в деяких європейських країнах, урожай культур був фактично однаковим при альтернативному і традиційному землеробстві.

Одним із важливих факторів «біологізації» землеробства є побудова науково обґрунтованих сівозмін для різних еколого-технологічних груп ґрунтів з урахуванням їхньої спеціалізації, зональності і крутості схилу. При цьому враховують загальні положення, що посилюють ефективність вибраного напряму. У «біологічному» землеробстві найдоцільніше застосовувати чергування культур за принципом правильної плодозміни, вибору найкращих попередників, широкого впровадження посівів бобових культур, що включають у біологічний цикл атмосферний азот, посівів проміжних культур на корм худобі, або зелене добриво (в умовах достатнього зволоження, або зрошення) [9].

У землеробстві України застосовуються семи-десятипільні сівозміни. Вони були необхідні у зв'язку з розвитком багатогалузевих колгоспів та радгоспів, котрі мали великі площі ріллі і землекористування та вирощували широкий набір культур.

Сівозміни з довгою ротацією виправдали себе і вони потрібні нині у великих господарствах, оскільки забезпечують повну маневреність у розміщенні культур залежно від ґрунтово-ландшафтних чинників, повніше використовують біокліматичний потенціал місцевості, а також сприяють збереженню і відтворенню родючості ґрунтів за невисоких витрат ресурсів.

Проте із появою в Україні нових форм власності на землю, розукрупненням колгоспів та радгоспів і розпаюванням земель зростає кількість господарств, що матимуть невелику площу землекористування, обмежений набір культур та вузьку спеціалізацію [14].

Для невеликих за площею господарств виникає необхідність у розробці найбільш оптимальної форми організації території землекористування на основі запровадження вузькоспеціалізованих сівозмін з короткою ротацією. Побудова таких сівозмін має здійснюватись за науковими принципами, головний з яких – науково обґрунтоване розміщення і чергування культур за законами плодозміни. Саме цей чинник є основою високої і стабільної продуктивності культур, збалансованості показників родючості ґрунту і фітосанітарного стану посівів. Оптимальна тривалість ротації таких сівозмін має бути чотирипільна (при варіюванні від три- до п'ятипільної). Це зумовлено вимогами до розміщення культур після відповідних попередників і дотримання періоду повернення культур на попереднє місце вирощування, який для більшості з них становить 3–4 роки. Але є культури (льон, люпин, соняшник, капуста, баштанні), які можуть повертатися в сівозміні на попереднє місце вирощування не раніше, ніж через 5–8 років. Недотримання цих нормативів при побудові сівозмін призводить до накопичення інфекції в ґрунті і посівах, розповсюдження шкідників та хвороб. Тому в короткоротаційних сівозмінах поле, на якому такі культури вирощуються, слід ділити на дві частини і поперемінно на кожній з них висівати ці культури.

За законами плодозміни сівозміна має бути насиченою на 50% зерновими колосовими, на 25 – бобовими (кормовими) і зернобобовими, на 25% просапними культурами. Це означає, що на окремих полях короткоротаційних сівозмін можна вирощувати декілька культур, близьких між собою за

біологічними властивостями, наприклад, цукрові і кормові буряки, кукурудзу на зерно і силос [3].

Набір культур у короткоротаційних сівозмінах визначається спеціалізацією господарства, а остання, в свою чергу, зональними ґрунтово-кліматичними умовами та кон'юктурою ринку.

Кожна сучасна система землеробства, як правило, включає комплекс таких ланок або елементів, які забезпечують відповідні характер й особливість системи:

- спрямованість використання ґрунтів у сівозмінах (польові, кормові, спеціальні), а також позасівозмінові ділянки (культурні пасовища та сінокоси, вивідні поля) – це центральна ланка будь-якої системи землеробства;
- систему механічного обробітку ґрунту – основний, передпосівний, післяпосівний;
- системи застосування органічних та мінеральних добрив, а також бактеріальних препаратів;
- комплекс агротехнічних, хімічних і біологічних засобів боротьби з шкідниками і збудниками хвороб та бур'янами;
- систему контурно-меліоративної організації території;
- систему охорони навколишнього середовища;
- систему сортового насінництва;
- систему кормовиробництва;
- систему біологічного землеробства.

Високої ефективності від впровадження кожної системи землеробства можна досягти лише тоді, коли її ланка впроваджується якісно, своєчасно і в комплексні на науковій основі.

Стратегія розвитку сучасного світового землеробства полягає у тому, що кожна нова технологія поєднується з існуючими та агроекосистемою в цілому. Проте їхня взаємодія потребує нового рівня, що не збігається з нашими попередніми уявленнями. По суті в світовій практиці ця проблема нині виходить за межі окремого поняття – від власне «біологічного» землеробства, де йшлося переважно про заміну мінеральних добрив на місцеві компоненти, до більш складніших, що вкладаються в концепцію «створення стійкого сільського господарства з низькими виробничими затратами та низькою собівартістю продукції» і мають загальну назву «відновлювальне землеробство». Поступовий розвиток від простого до складнішого чітко простежується на схемі, яку наведено в американському огляді сучасних альтернативних систем: механізація → механізація + хімізація → механізація + хімізація + «біологізація». Прикладом реалізації цієї концепції є «програма LISA», розроблена Леопольдцентром при університеті штату Айова (Еймс) та іншими університетами США. Нині вона активно впроваджується у фермерське виробництво [9].

Виходячи із вищенаписаного можна зробити висновок про те, що ефективне використання тієї чи іншої агроекологічної системи землеробства залежить, перш за все, від стану ґрунтового покриву, рівня біологічної

активності, негативного чи позитивного балансу енергії в системі, направлення трансформації органічної речовини і біогенних елементів. З урахуванням сучасного соціально-економічного стану сільського господарства, постійної зміни земельних відносин виникла потреба в регулюванні систем землеробства, перш за все, в сторону ресурсо- і енергозбереження за рахунок ефективного використання природно-біологічних факторів, захисту ґрунтів від ерозії [15], ефективному використанню невисоких доз добрив, ґрунтозахисних систем обробітку ґрунту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гордієнко В. П., Геркіял О.М., Опришко В. П. Землеробство. К.: Вища школа, 1991. 268 с.

2. Костичев П. А. Избранные труды. М.: АН СРСР, 1951. 667 с.

3. Бойко П. І., Жилкін В. А. Сівозміни у землеробстві України. К.: Аграрна наука, 2002. 146 с.

4. Шатюхіна С. Ф., Кисіль В. І., Христинко С. І. Вплив добрив на біологічний стан чорнозему типового. *Вісник аграрної науки*. 2001. №4. С. 32–34.

5. Докучаев В. В. К учению о зонах природы. Горизонтальные и вертикальные почвенные зоны. *Избранные сочинения*. М.: Сельхозгиз, 1949. Т. 3. С. 317–338.

6. Носко Б. С., Медведев В. В., Кисель В. И. Перспектива и проблемы развития биологического земледелия на Украине. Земледелие. 1991. №12. С. 41–44.

7. National Research Council. *Alternative agriculture*. Washington.: D.C.: National Academy Press, 1999. 425 с.

8. Кисіль В. І. Біологічне землеробство: Тенденція в світі та позиція України. *Вісник аграрної науки*. 1997. №10. С. 9–13.

9. Кравченко М. С., Злобін Ю. А., Царенко О. М. Землеробство. К.: Либідь, 2002. 494 с.

10. Тараріко О. Г. Біологізація та екологізація ґрунтозахисного землеробства. *Вісник аграрної науки.* 1999. №10. С. 5–9.

11. Langley I.A., Heady E.O., Olson K.D. The macroimplications of complete transformation of U.S. agricultural production too organic farming practices. *Agricultural Ecosystems Environment*. 1983. Vd. 10. №4. P. 323–338.

12. Lockeretz W., Shearer G., Kohl D.H. Organic farming in the Corn Belt. *World food, population and development*. 1985. P. 158–171.

13. Атаманюк Ю. А., Головко Э. А. Биологические основы альтернативного земледелия в Украине. Вісник аграрної науки. 1994. №1. С. 80–87.

14. Бабич А. О., Панасик О. Я., Петриненко В. Ф. Розробка короткоротаційних сівозмін та перспективи їх впровадження у приватних господарствах Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2001. №8. С. 12–15.

15. Пабат І. А. Ґрунтозахисна система землеробства. К.: Урожай, 1992. 151 с.

ІСТОРІЯ СТАНОВЛЕННЯ ТА СУЧАСНИЙ СТАН ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Цилюрик О. І.

1. Еволюція ґрунтообробітку

Обробіток ґрунту в Україні, як центральна ланка землеробства, мав тривалий і складний розвиток, початок його становлення відбувався з моменту усвідомлення первісною людиною необхідності готувати ґрунт для сівби насіння культурних рослин.

Загальну еволюцію технології обробітку ґрунту можна розділити на періоди, які включають:

- ранній період (кінець неоліту – XVI ст.), характеризується використанням примітивного знаряддя і формуванням загальної схеми плуга;
- підготовчий період наукового підходу в розвитку ґрунтообробітку (перша половина XVII – 70-ті роки XIX ст.), що характеризується появою нових наукових теорій в природознавстві, які створили необхідні передумови для появи прикладних теорій у землеробстві;
- класичний період бурхливого розвитку теорії і практики обробітку ґрунту (70-ті роки XIX – середина XX ст.), друга половина цього періоду відрізняється великою енергоємністю процесу ґрунтообробітку, використанням потужних тракторів і багатокорпусних плугів;
- сучасний період розвитку теорії і практики обробітку ґрунту (починаючи з 50-х років XX ст.) характеризується аналізом традиційних поглядів на обробіток ґрунту, розробкою нових технологій його обробітку, у цей період розробляються нові комбіновані ґрунтообробні агрегати, починають використовуватись перспективні технології з використанням космічної навігаційної техніки, розширюються обсяги робіт щодо застосування мінеральних добрив і пестицидів [1].

Протягом багатьох поколінь обробіток ґрунту здійснювався винятково за допомогою важкої ручної праці найпростішими дерев’яними знаряддями. У процесі еволюції, зміни суспільно-економічних формацій, розвитку агрономічних наук і виробничих сил поступово вдосконалювалася система обробітку ґрунту. Людство поступово почало застосовувати мотику, соху, плуг. Ще за 3500 років до нашої ери в стародавньому Римі ґрунт обробляли дерев'яними знаряддями, аналоги яких у країнах Європи проіснували до другої половини XVIII ст. [2].

Ще з самого початку становлення землеробства обробіток ґрунту проводили з метою загортання насіння культурних рослин і знищення бур’янів. Розпушування ґрунту відбувалося примітивними знаряддями, першим з яких була загострена чи тупа, рівна чи загнута палиця – копачка. У подальшому розвиток землеробства пов’язаний із вдосконаленням обробітку ґрунту і ґрунтообробних знарядь. Трипільські племена володіли певними навичками вирощування окремих зернових культур, зокрема проса, ячменю, пшениці, застосовуючи при цьому найпростіші моделі мотик, серпа, які були виготовлені з рогу, каменя чи дерева. В епоху раннього періоду бронзи обробіток ґрунту

здійснювали мотикою. Вона була тим ґрунтообробним знаряддям, за допомогою якого руйнували дернину, краще розпушували ґрунт, знищували бур'яни [3].

У процесі багатовікової хліборобської практики, переосмисливши первісні уявлення про природні явища, ускладнювалася світоглядна система обробітку ґрунту. Так, глибина обробітку ґрунту клиноподібними мотиками не перевищувала 10 см, а з появою залізної мотики, рала та лопати ґрунт стало можливим обробляти глибиною до 20 см, що дало змогу ретельніше перемішувати та загортати рослинні рештки, створювати кращу агрономічну структуру для розвитку культурних рослин. За глибшого обробітку ґрунту були вищі врожаї зерна, можна було довше використовувати цю ділянку [3].

Згодом рівень технічної досконалості рала, як першого простішого безполицевого знаряддя, залізної мотики та лопати, не відповідав господарським потребам. Поступова зміна соціальних умов племінних взаємин, осілий спосіб життя змінили й господарсько-технічні структури. Постала проблема конструювання нових, технологічно відмінних знарядь обробітку ґрунту.

У VIII–X ст. основним знаряддям обробітку ґрунту на теренах теперішньої України було рало з вузько- або широколезим наральником, яке використовувалося з метою переорювання на різну глибину [1].

Використання тварин як тяглової сили ознаменувало новий етап у подальшому вдосконаленні знарядь обробітку ґрунту, а також сприяло зростанню агрономічних знань про ґрунти, їхні властивості, знань з ботаніки і т. ін. Проте для кожної ландшафтної смуги цей процес відбувався своєрідно. Для зони Степу землеробство раніше стало орним і було найдавнішим на етнічній території України, тоді як у зоні Лісостепу орне хліборобство виникло із Трипільської культури [1–3].

Територія України належить до одного з ранніх осередків зародження землеробства, основою якого було мотичне, а згодом плужне землеробство, яке виникло за 2–2,5 тисячі років до Різдва Христового, або 4–4,5 тисячі років тому. Землеробство тих часів розвивалося і базувалося винятково на примітивній практиці та народних прикметах, поступово нагромаджуючи і передаючи найцінніші спостереження й досвід з покоління в покоління. Перехід у зазначені часи від мотичного до плужного землеробства з використанням примітивних дерев'яних плугів і тваринної тяги знаменував собою прогрес, який в історії людства важко переоцінити. Сучасні досліди з копіями дерев'яних плугів, виготовлених на основі археологічних матеріалів, свідчать про підвищення продуктивності праці порівняно з мотичним обробітком у 50 разів [2; 3].

Використання плуга дозволило перейти від розпушування ґрунту до підрізання, переміщення та обертання верхнього шару, що сприяло підйому вологи з нижніх шарів у верхні, аерації ґрунту, процесу мінералізації органічної речовини у ґрунтах, тобто формуванню гумусу, що було важливим для підвищення родючості ґрунтів. Із впровадженням плужної техніки почалося

використання видів рослин, що забезпечували систему землекористування з регулярним чергуванням озимих і ярих [1].

У стародавніх літописах зустрічаються згадки про застосування населенням ґрунтообробних знарядь під час вирощування польових культур. Так, у «Повісті минулих літ» згадується рало (964 р.) і плуг (984 р.) як податкові одиниці. У «Слові про Ігорів похід» образ орача, що працює в полі, виступає як символ мирної праці й добробуту країни. У відомому історичному документі «Руська правда», складеному за часів Ярослава Мудрого, зазначено, що в XI ст. в Київській Русі вирощували жито, пшеницю, овес, просо, ячмінь, горох, льон, коноплі, сочевицю, використовуючи для обробітку ґрунту соху, плуг, борону [5].

Письмові свідчення X ст. до нашої ери доносять нинішнім землеробам досвід використання землі з подвійним або потрійним обробітком ґрунту для поліпшення його фізико-механічних і агрофізичних властивостей у сучасному їх розумінні.

Установлено, що використання глибокого чи мілкого обробітку ґрунту, перегною, сидеральних добрив або попелу обґрунтовувалося ґрунтово-кліматичними й погодними умовами. Велика увага приділялася використанню досвіду обробітку ґрунту й проведенню досліджень впливу зовнішніх факторів на рівень урожайності вирощуваних культур.

Усвідомлюючи, що обробіток забезпечує найповніше використання природної родючості ґрунту, хлібороби протягом багатьох століть вели пошук шляхів інтенсифікації системи обробітку з метою максимальної реалізації потенційної родючості ґрунту. Поступове набуття аграрних знань, соціально-економічні, культурні умови стали поштовхом у розвитку нових підходів в обробітку ґрунту, функціональному і конструктивному вдосконаленні знарядь.

Починаючи з другої половини XVIII ст., серед учених Росії, України та інших країн світу поширюється думка про користь глибокої оранки. Невипадково видатний вчений Д. І. Менделєєв писав: «Я повстаю проти тих, хто друковано й усно проповідує, що вся справа в добривах, що [якщо. – *Ц. О.*] добре удобрював, можна і як-небудь орати». До того ж він наголошував на вивченні користі поглиблення обробітку за різних обставин [3]. Було теоретично обґрунтовано і перевірено на практиці позитивні результати зяблевої оранки. Мистецтво обробітку ґрунту вже в XVIII і XIX ст. існувало на досить високому рівні й важливі питання про строк, кількість, послідовність і глибину оранки вирішувалися в основному як науково обґрунтовані.

Досвід багатьох поколінь показав, що краще за все досягти цього можна було за допомогою полицевої оранки. Тому на початку XX ст. її почали досить широко застосовувати майже на всій площі ріллі усі розвинуті країни світу, в тому числі й в Україні. Історичний період становлення плужного обробітку майже до останніх часів характеризується домінуванням цього типу обробітку в землеробстві і поступовим удосконаленням відповідних знарядь і технологій [4].

Наступна революція в землеробстві відбулася з початку використання плугів та інших ґрунтообробних знарядь на механічній тязі. Це дало

можливість збільшити частку орних земель і мобілізувати їх природну родючість. Обробіток ґрунту на той час був практично єдиним засобом боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами вирощуваних культур.

У більш пізні періоди розвитку землеробства відбувалося вдосконалення існуючих знарядь обробітку, конструювання нових у поєднанні із застосуванням мінеральних добрив та спрямованістю на підвищення інтенсивності використання землі [5].

Розвиток систем землеробства в Україні та обробітку ґрунту, як її найважливішої складової частини, свідчить про тривалий, досить складний, іноді суперечливий шлях його історичного формування. По суті, майже вся сучасна номенклатура знарядь обробітку ґрунту, типів і модифікацій робочих органів сформувалася саме наприкінці XIX – сер. XX ст. [4].

Наслідком інтенсифікації землеробства XX ст. було падіння родючості ґрунтів через різке зниження гумусу, ущільнення й переущільнення орного і підорного шарів ґрунту, прояви ерозії та дефляції тощо. Для подолання та уникнення таких негативних явищ, обов'язковою умовою мала бути поява нових технологічних підходів щодо питань обробітку ґрунту. Поступово з'явилися безполицеві способи основного обробітку (плоскорізні, чизельні, дискові знаряддя і т. ін.) [6].

Способи основного обробітку ґрунту розрізняють залежно від характеру і ступеня впливу дії робочих органів ґрунтообробних знарядь і машин на зміни будови орного шару, його генетичного складу і властивостей у вертикальному напрямку.

На сучасному етапі розвитку галузі землеробства застосовуються три принципово різні способи основного обробітку ґрунту – полицевий, безполицевий і роторний. Вони можуть бути різними за глибиною: дуже глибокими (більше 32 см), глибокими (24–32 см), середніми (16–24 см), мілкими (8–16 см) і поверхневими (6–8 см). Полицевий спосіб обробітку ґрунту – спосіб обробітку ґрунту з повним або частковим обертанням орного шару. Безполицевий спосіб обробітку ґрунту – спосіб обробітку ґрунту без обертання його орного шару. Полицевий обробіток (з оборотом пласта) поділяється на звичайну оранку, двоярусну, триярусну оранки, плантажну оранку (глибше 40 см) та культурну оранку. Безполицевий обробіток (без обороту пласта) поділяється на плоскорізний, чизельний (консервуючий), дисковий, нульовий. Існує також малопоширений роторний обробіток, який виконується фрезерними знаряддями з вертикально обертовим рухом робочих органів задля усунення диференціації оброблювального шару за складом і родючістю шляхом активного подрібнення і повного його перемішування на всю глибину. Виконують цей обробіток частіше на осушених торфових і важких мінеральних ґрунтах під час обробітку міжрядь саду і підготовки ґрунту під проміжні посіви за відсутності ерозійних процесів [7].

Механічний обробіток ґрунту завжди був однією з найдавніших і невід'ємних ланок будь–якої системи землеробства. Незважаючи на те, що впливу обробітку грунту на формування урожайності деякі вчені відводять лише 7,5–17,4%, він усе ж є одним із найбільш енергомістких і значущих

процесів у рослинництві. У середньому на нього припадає до 40% енергетичних і 25% трудових затрат загального обсягу польових робіт [5].

2. Полицевий обробіток (оранка)

Полицевий обробіток ґрунту (оранка) – спосіб обробітку ґрунту полицевими знаряддями з повним або частковим обертанням орного шару. Він виконується плугами різних модифікацій, забезпечує кришення, розпушення і обертання шару ґрунту не менше як на 135° [6; 7]. Слово плуг походить від прадавнього слов'янського кореня «парті», тобто плавати. Плуг у сучасному вигляді – це результат багатовікової діяльності багатьох народів, від його рівня досконалості завжди залежало життя. Удосконалення знарядь обробітку ґрунту на основі оранки з підрізанням, підйомом і обертанням скиби здійснюється поступово аж дотепер.

Глибина і якість полицевого обробітку ґрунту залежать від ґрунтово–кліматичних умов, типу ґрунту, схильності його до ерозії, потужності орного шару, біологічних особливостей польових культур, основного обробітку ґрунту під попередню культуру, забур'яненості полів і т. ін.

У Степу глибокий (25–30 см) обробіток створює необхідні умови для росту і розвитку рослин, але особливого значення він набуває на важких за механічним складом ґрунтах (уміст фізичної глини понад 45%) та солонцюватих за наявності ілювіального прошарку, безструктурних і схильних до переущільнення. Позитивно реагують на глибоке розпушування просапні культури, особливо коренеплоди, багаторічні трави і зернобобові. Доцільність глибокого обробітку в сівозміні визначається також необхідністю знищення коренепаросткових бур'янів та загортання органічних добрив і рослинних решток, що тривалий час мінералізуються у ґрунті. Тривалість післядії такого обробітку в сівозміні зростає на структурних, добре гумусованих ґрунтах і різко знижується внаслідок використання важкої колісної техніки [8].

За Д. І. Менделєєвим, глибокий полицевий обробіток ґрунту необхідний для знищення бур'янів, полегшення доступу в ґрунт повітря, прикриття насіння і добрив, перемішування ґрунту, рівномірного розподілу вологи. Такої ж думки дотримувався і О. О. Ізмаїльський [9], який у своїх дослідженнях робить висновок про доцільність глибокої оранки в Степу і її велике значення в збереженні вологи і боротьбі з посухою.

За даними М. О. Качинського, глибока оранка сприяє покращенню пластичності кореневої системи рослин. Так, із збільшенням потужності орного шару для кукурудзи значно збільшується маса коренів у підорному шарі [9]. Такої самої думки дотримувався і В. П. Кириченко, що добрива та глибока оранка (до 40 см) своєю післядією позитивно впливають на водний, поживний, повітряний режими ґрунту, а також на біологічні процеси, які відбуваються в рослині, підвищуючи врожай і якість зерна пшениці озимої.

Узагальнюючи результати досліджень, О. Н. Соколовський робить висновок, що забур'яненість та не окультуреність полів, як і посушливість клімату, диктують необхідність (за умови своєчасності проведення) глибокої

оранки. Він також застерігає про загрозу висушування ґрунту під час передпосівного обробітку ґрунту та проведення весняної оранки.

З позитивної точки зору характеризують оранку класики вітчизняної аграрної науки П. А. Костичев та К. А. Тимірязев. Зокрема К. А. Тимірязев зазначав: «Користь глибокої оранки як одного із заходів боротьби з посухою, здається, не підлягає сумніву внаслідок того результату, якого ми при цьому досягаємо – накопичення і кращого збереження вологи. Глибока оранка, очевидно, важлива не тільки як засіб для збільшення запасів вологи, але і як засіб розвитку більш глибоко проникаючого за нею коріння». Слід відмітити, що П. А. Костичев вважав, що питання про глибину оранки варто вирішувати диференційовано, обробіток ґрунту здійснювати в повній відповідності з погодними умовами й станом ґрунту, а не керуватися заздалегідь установленими календарними строками. Головним в обробітку ґрунту має бути своєчасність; глибокий обробіток, як правило, затримує оптимальні терміни його виконання, а строк проведення обробітку є вирішальним у справі збереження вологи у ґрунті. Знаний учений підкреслював, що вказати, яка повинна бути оранка на різних ґрунтах, так само важко, як вирішити, скільки потрібно вивезти перегною для отримання найкращого врожаю.

П. А. Костичев та А. Розенберг-Липинський розглядали питання механічного обробітку з позицій природних процесів підготовки ґрунту до вирощування на ньому культурних рослин, наголошували на обережності щодо поглиблення обробітку ґрунту.

Заслуговує на увагу думка засновника генетичного ґрунтознавства В. В. Докучаєва про необхідність диференційованого підходу до питань ведення сільського господарства. Він вважав, що полицева оранка повинна відрізнятися залежно від особливостей ґрунтово-кліматичних умов в різних зонах вирощування польових культур.

Оранка, як зазначав В. Р. Вільямс, дає можливість створювати у ґрунті умови, необхідні для розвитку культурних рослин, але проводити її слід якомога рідше, не частіше одного разу на рік, оскільки вона вимагає великих витрат, навіть якими б досконалими знаряддями її не виконували. На його переконання, у верхній частині орного шару, внаслідок аеробних умов, відбувається руйнування структури ґрунту дією робочих органів плуга та тиском маси трактора, тоді як у нижніх шарах, де умови анаеробні, структура відновлюється. Такої самої думки був і Д. І. Менделєєв. Він писав: «Стосовно кількості «оранок» багато [людей. – *Ц. О.*] припускаються помилки, вважаючи, що чим більше разів орати, тим краще».

Великий учений одним із перших виклав свій погляд на доцільність оранки без вивертання на поверхню нижніх шарів ґрунту.

Як стверджував Ф. Т. Моргун [10], чим глибше оброблений ґрунт, тим швидше він всмоктує воду, зменшує поверхневий стік та змив ґрунту. У випадку ж концентрації водних потоків розпушений шар легко розмивається. За безполицевого глибокого обробітку на збіднених змитих ґрунтах не вивертаються на поверхню нижні шари, що дає можливість у верхньому шарі зберегти запаси гумусу і одночасно забезпечити спушення ущільненого

підорного шару. Ґрунтопоглиблення досягається обробітком плугом зі спеціальним робочим органом – ґрунтопоглиблювачем, що являє собою стрілчасту лапу, яка кріпиться до стійки плуга. Ширина її захвату зазвичай становить дві третини ширини захвату корпуса.

Велику увагу питанням глибини і способам обробітку ґрунту приділяли видатні вчені І. Ревут, В. В. Кваснiков, С. Д. Лисогоров, С. М. Тайчинов, А. М. Мельничук, І. Е. Бухара [3] та інші, які значно збагатили аграрну науку і практику. Проте єдиної думки щодо оптимальної глибини обробітку ґрунту не існує й донині, як і наукового обґрунтування необхідності того чи іншого способу обробітку і його глибини.

У США глибока оранка під польові культури вважається достатньою, якщо витрати на її проведення окуповуються додатковою прибавкою врожаю польових культур. Зменшення глибини обробітку ґрунту характерне для країн Північної Європи (Велика Британія, Данія, Норвегія, Фінляндія, Швеція), де загальноприйнята глибина оранки становить 15–20 см. У Центральній Європі вона сягає 25–30 см, а в Австралії не перевищує 8 см.

Прихильниками глибокого обробітку були Е. Е. Лекуте і В. В. Гюнтер. Так, Е.Е. Лекуте наполягав на поглибленні обробітку ґрунту, але без вивертання нижніх горизонтів, підкреслюючи, що поверхневі обробітки повинні передувати основному. В. В. Гюнтер, вважав, що полицеву оранку потрібно виконувати на якомога більшу глибину [1].

За даними Г. І. Швебс, ефективність спушування (оранки) є тим меншою, чим більше запаси води в сніговому покриві, тобто чим більший стік. У роки з дуже великими запасами снігу вплив зяблевої оранки на стік, особливо максимальний. Негативні наслідки зяблевої оранки підсилюються й починають безумовно переважати над позитивними, особливо на схилах зі значним ухилом.

У XX ст. постійно існувала паралель двох протилежних напрямів у питаннях обробітку чорноземних ґрунтів: глибокий та мілкий обробітки. Протиріччя, очевидно, виникали через те, що дослідники працювали на різних за агрофізичним складом ґрунтах, у різні за гідротермічними режимами роки, обробіток проводили несхожими сільськогосподарськими знаряддями й вирощували різні польові культури.

Позитивні сторони зяблевої оранки проявляються у збільшенні врожаю, а негативні наслідки накопичуються поступово, руйнуючи земельні ресурси. Навіть у межах одного природного району, це співвідношення змінюється залежно від рельєфу місцевості та змитості ґрунту [8].

За твердженням Фредеріка Тебрюге, у Західній Європі традиційний полицевий обробіток характеризується глибоким обробітком верхнього шару ґрунту полицевим плугом, який повністю перевертає верхній ґрунтовий шар, руйнує структуру ґрунту надмірним розпушуванням (загальний об’єм пор > 60%) і робить її нестійкою до ерозії. Традиційна технологія також допускає спалювання соломи і заорювання пожнивних решток, порушує агрегатні властивості ґрунту, орієнтується на монокультурність посівів та економічний прибуток. Система полицевої оранки до цього часу широко використовується в

Західній Європі і продовжує негативно впливати на якість ґрунтів, води, повітря, на клімат, біологічне різноманіття і характеристики ландшафтних екосистем.

Виснаження ґрунтів у Західній Європі є складною екологічною проблемою, викликаною ущільненням і ерозією ґрунтів у зв'язку із застосуванням полицевої оранки. Близько 157 млн. га (16% площі Європи, майже третя частина Франції) піддаються ґрунтовій ерозії і переущільнюються. Річний рівень ерозії в Західній Європі становить 17 т/га, що суттєво перевищує процес формування ґрунту – 1 т/га.

В Україні стан ґрунтів ще гірший, через розорювання значних територій, на жаль, відбувається розвиток ерозійних процесів на фоні застосування незбалансованого удобрення, низьких об'ємів внесення органічних добрив і, як наслідок – порушення мікробіологічних процесів у ґрунті та зниження вмісту важливої складової частини родючості – гумусу. Так, якщо чорноземи звичайні містили у своєму складі 4,2% гумусу, то на сьогодні цей показник суттєво знизився до 3,1%. Крім того, за полицевого обробітку, в результаті дії фасок лемешів плужних корпусів на ґрунт ущільненого шару нижче орного горизонту, утворюється так звана «плужна підошва», яка погіршує проникнення і накопичення води в підорному шарі. Тому підорні шари не розущільнюються взимку від дії морозу. «Плужна підошва» сприяє поверхневому і внутрішньоґрунтовому стоку води і поживних речовин по схилу і є однією з головних причин розвитку ерозійних процесів на схилах і застою води в «блюдцях» на рівнинних ділянках полів. Щільність ґрунту в шарі «плужної підошви» досягає 1,7 г/см^3, що значно більше оптимальної (1,1–1,3 г/см^3), яку часто неспроможні подолати корені рослин.

У XX – на початку XXI ст., а особливо в останні десятиріччя, унаслідок масової інтенсифікації землеробства, різкого падіння родючості ґрунтів через втрату гумусу, антропогенне ущільнення, посилення ерозії і дефляції, проявами опустелювання аграрних територій, подорожчання енергетичних і матеріальних ресурсів виникла необхідність пошуку нових ґрунтозахисних, енергоощадних прийомів обробітку ґрунту, які включають безполицевий обробіток (плоскорізний, чизельний, мілкий, поверхневий) [4].

Із викладеного можна зробити висновок, що різноглибинний полицевий обробіток створює глибокий гомогенний орний шар ґрунту, при цьому складаються сприятливі умови для росту і розвитку більшості польових культур, особливо просапних (кукурудза, соняшник, цукрові буряки, картопля і т. ін.). За полицевого обробітку поліпшується фітосанітарний стан ґрунту, знижується кількість бур'янів, хвороб, шкідників, створюється пролонгована нормативна віддача від внесених добрив. Висока ефективність оранки проявляється в умовах нестійкого і особливо недостатнього зволоження. Проте систематичне проведення оранки призводить до погіршення структури ґрунту, підвищення його ерозійних процесів, утворення плужної підошви, зниження вмісту гумусу та посилення втрат вологи внаслідок непродуктивного випаровування.

3. Безполицевий (плоскорізний, чизельний, дисковий) ґрунтозахисний, мульчувальний обробіток

Безполицевий спосіб обробітку ґрунту – спосіб обробітку ґрунту без обертання його орного шару, який виконується плоскорізними, чизельними і дисковими знаряддями [7]. Основоположником безполицевого обробітку ґрунту був І. Є. Овсинський, який розробив систему поверхневого обробітку ґрунту, смугорядкової (стрічкової) сівби, і найменував її «новою системою землеробства». Він говорив: «Я відкидаю глибоку оранку плугом і визнаю необхідність розпушування ґрунту, але це повинен робити не плуг, який вивертає нижній шар кожного року, а ґрунтопоглиблювач і культиватор. Я визнаю необхідність тільки мілкої оранки 2–3 дюйми (5–7,5 см) для знищення бур'янів і прикриття гною, після цього обробітку у випадку випадання сильного дощу ґрунт обробляти звичайними зубовими боронами» [11]. За його твердженнями І. Є. Овсинського, оранкою порушуються шляхи інфлюкції, створені відмерлими коренями і дощовими черв'яками, якими проникають у ґрунт волога і повітря. Верхній шар ґрунту повинен перебувати на поверхні, оскільки за цієї умови може відбуватися збагачення ґрунту перегноєм, поліпшуватися водний, повітряний, поживний і біологічний режими та підвищуватися вбирна здатність. На основі досліджень учений дійшов висновку, що оранка ґрунту плугами і скидання його верхнього шару на дно борозни створює гірші умови живлення рослин, ніж поверхневий обробіток. Точку зору І. Є. Овсинського підтримував Ф. Грауздін, а дещо пізніше – і низка закордонних вчених.

І. Є. Овсинський стверджував, що за мілкого поверхневого обробітку (до 5 см) ґрунт не тільки добре зберігає вологу, а й збагачується водою завдяки конденсації парів із проникаючого у ґрунт атмосферного повітря по ходах, утворених коренями рослин та дощовими черв'яками. Він виходив з того, що в спекотний час температура лежачих глибше шарів буде дещо нижчою за верхні, від чого і повинна проходити конденсація парів із ґрунтового повітря. А завдяки наявності капілярів утворена вода буде підніматися до коренів рослин. За такого «підземного зрошення» поліпшується не тільки водний, але і поживний режими, оскільки за достатньої кількості вологи і тепла розвиваються ґрунтові бактерії, які викликають корисні процеси в ґрунті. Оранка знищує в ґрунті мережу природних каналів, перетворює ґрунт в однорідну порошкоподібну масу та порушує водний і поживний його режими.

Система І. Є. Овсинського проходила перевірку на Полтавській дослідній станції протягом 1899–1904 рр. Були отримані негативні результати. Наприклад, урожайність озимого жита по глибокій на той час оранці (20 см) становила 16,4 ц/га, а за рекомендованої Овсинським системою (5 см) – 14,8 ц/га, або на 10% менше. Такі самі дані отримали і на Плотнянській дослідній станції. За два роки врожайність по глибокій оранці (20 см) дорівнювала 21,8 ц/га, а по мілкій – 21,2 ц/га. З тих пір система І. Є. Овсинського не мала підтримки як серед науковців, так і практиків. Явним противником його системи був професор С. Богданов (1909 р.) Але негативний результат здебільшого визначався порушенням системи І. Є. Овсинського під час проведення досліджень. Так, він вимагав негайного обробітку поля після жнив,

чого в дослідах не робили; проростало багато бур'янів, які значно засмічували поле, що знижувало врожай у наступні роки. [11].

Прихильниками мілкого безполицевого обробітку в Америці був Г. В. Кемпбел, у Франції – Жан, а в Німеччині – Ахенбах. Так, Г. В. Кемпбел висловлював думку про неможливість описати всі заходи з обробітку ґрунту, що зустрічаються на практиці. Рекомендував давати тільки основні принципи, виходячи з яких кожен, хто займається обробітком, повинен зрозуміти те, що йому потрібно робити в даному випадку. Адже у землеробстві щорічно постають нові завдання і відповідно до зміни умов необхідно змінювати й способи обробітку грунту [1].

Жан у Франції (1913 р.) застосував метод послідовного обробітку грунту пружинним чизель-культиватором (пастерівський обробіток грунту). Кожну культивацію він проводив з поглибленням на 3–5 см і доводив глибину обробітку до 20 см, при цьому загальна кількість культивацій сягала восьми. Гній вносили по поверхні ґрунту під третю культивацію, а його загортанню та боротьбі з бур'янами надавав великого значення. За такого обробітку врожай вівса становив – 44 ц/га, ячменю – 37, пшениці озимої – 18,5 ц/га.

З 1921 року Ф. Ахенбах (Східна Прусія, Німеччина) у своїй книзі розвинув ідеї непотрібності полицевої оранки. Він стверджував, що оранка порушує природний склад ґрунту з його численними канальцями, які залишаються після проходів дощових черв'яків і коренів рослин. Окрім цього, порушується життєдіяльність мікроорганізмів, які пристосувалися до нижніх шарів і при обороті пласта гинуть від дії світла, а аеробні мікроорганізми, розташовані зверху, страждають від нестачі кисню із заорюванням їх на глибину.

На підтримку безполицевого обробітку вм США виступив Е. Фолкнер. У книзі «Божевілля орача» він називав оранку помилкою, а полицевий плуг – злодієм, і запропонував мілкий обробіток ґрунту дисковими знаряддями із залишенням на поверхні поля післяжнивних решток. Ця праця мала істотний вплив на громадську думку щодо проблем обробітку не лише в Сполучених Штатах, але й у всьому світі.

У 30-х роках XX ст. через поширення сильної вітрової ерозії у США виникла необхідність застосування мілкого плоскорізного обробітку ґрунту (до 12–15 см) із збереженням стерні і пожнивних решток на поверхні, що охороняли ґрунти від вітрової та водної ерозії. Загальна площа еродованих земель досягла 427 млн га, або 55,6% всієї земельної території.

Ідею мілкого обробітку ґрунту на півдні Росії і в Україні поширював Н. М. Тулайков (1932–1933), який запропонував відмовитися від орного обробітку і перейти на поверхневий дисковими знаряддями. Однак мілкий обробіток спричиняв підвищену забур'яненість полів, а хімічних засобів боротьби з бур'янами тоді ще не було, тому такий обробіток ґрунту був заборонений.

Суперечливі твердження серед учених щодо застосування глибокої оранки і поверхневого обробітку знайшли своє відображення у дослідженнях Т. С. Мальцева, який запропонував чергування за роками в полях глибокого (на

40–50 см) безполицевого обробітку (один раз на 4–6 років) спеціальними плугами з вузькооптичними стояками (плуг Мальцева) і поверхневих обробітків – дисковими знаряддями на глибину 10–12 см у польових зерно-парових і зерно-паро-просапних сівозмінах. Плуг Мальцева спочатку застосовували як засіб боротьби з вітровою ерозією, а потім і для оранки на зяб, у результаті чого на поверхні залишалася велика кількість стоячої стерні, яка захищала ґрунт від вітрової ерозії та більше затримувала снігу, при цьому осінньо-зимова акумуляція вологи зростала.

Якщо застосовувати глибокий чи навіть надглибокий обробіток ґрунту (за Т. С. Мальцевим) один раз на 4–6 років, використовуючи пар, а в інші роки обробіток вести поверхнево, то й однорічні рослини створюватимуть оптимальну структуру, сприяючи підвищенню ґрунтової родючості.

За твердженням Т. С. Мальцева, ґрунтову родючість створюють самі рослини. Якщо залишити орну землю на 10–12 років без обробітку, то вона знову набуде родючості. Коли розорюють цілинні землі, то перші врожаї отримують високими, а надалі вони поступово знижуються і настає потреба в удобренні ґрунту. Потім, коли ґрунт «відпочине» від нашого нерозумного втручання, до нього повертається родючість. Рослини залишають у ґрунті більше органічних речовин, ніж їх використовують, і тим самим вони здатні підвищувати родючість. Усім, хто вперше застосовуватиме безполицевий обробіток, потрібно пам’ятати, що найродючіший шар ґрунту – верхній шар, і його необхідно тримати біля поверхні. Саме тут рослини розташовують здебільшого свої корені, тому не слід тонкий природний родючий шар покривати малородючим підзолом, як це відбувається під час оранки.

Виробнича перевірка та наукове вивчення системи обробітку ґрунту, запропонованої Т. С. Мальцевим, набули в колишньому СРСР, у тому числі й в Україні, надзвичайного поширення. Першим оцінив цю систему академік І. В. Тюрін на Курганському дослідному полі, що на 340 км південніше Шадріно, де проводив свої досліди Т. С. Мальцев. Дискування, особливо на 3–4-й рік після глибокого розпушування, не забезпечувало необхідного накопичення вологи і зумовлювало зниження врожайності пшениці ярої порівняно з традиційною для того часу оранкою на 20 см. Дослідження не дали позитивних результатів, основна причина розбіжностей у результатах, одержаних у Шадріно і Курганським дослідним полем, вбачалась у різниці гідрологічного режиму цих територій. Так, залягання ґрунтових вод у першому випадку було неглибоке – до 3 м, а в другому більш глибоким – близько 17 м, що суттєво впливало на вологонакопичення та його режим [4].

Незважаючи на перші негативні результати від застосування системи Т. С. Мальцева, інтерес до неї, підтримували урядові структури, науковці і агровиробники з погляду на її певні організаційні, енергетичні та інші переваги. Так, в Україні у 1954 р. система повсюдно і ретельно перевірялася за чіткою уніфікованою програмою, було закладено і проведено 851 виробничий дослід з широким охопленням усіх природно–кліматичних зон, різних культур та попередників, ґрунтових умов [12].

Результати виробничої перевірки системи Т. С. Мальцева у більшості

випадків не виявили переваг безполицевого обробітку над різноглибинною оранкою. Водночас було підтверджено високу ефективність її часткової заміни в сівозмінах на поверхневий (6–10 см) обробіток дисковими знаряддями під озимі колосові після непарових попередників у зонах Лісостепу і Полісся та після всіх попередників – у Степу. Визначалися можливість і доцільність використання поверхневого обробітку під ярі зернові колосові після просапних. Забур'яненість просапних культур за плоскорізного обробітку зростала, тому Т. С. Мальцев змушений був доповнити свою технологію застосуванням гербіцидів, без яких не завжди справлялися з бур'янами, навіть за високої культури землеробства [4]. Поява гербіцидів у 60-ті роки XX ст. створила революцію в системі обробітку ґрунту і дала можливість ширше використовувати безполицевий спосіб обробітку під різні культури сівозмін.

У Миколаївській області протягом двох ротацій дев'ятипільної сівозміни безполицевий обробіток ґрунту за методом Т. С. Мальцева збільшив збір зерна за першу ротацію на 1,4 ц/га, а за другу – на 9,3 ц/га порівняно з традиційною полицевою оранкою.

Розроблені зональні системи на основі технології Т. С. Мальцева забезпечували підвищення і стабілізацію врожайності пшениці озимої, без негативного впливу на інші культури сівозміни. Разом з тим вони мали низьку ґрунтозахисну, протиерозійну і протидефляційну ефективність, через що згодом постала необхідність у докорінній зміні поглядів на проведення обробітку ґрунту у зв'язку із широким проявом водної, вітрової ерозії, яка була викликана екстенсивним характером освоєння територій. В Україні наприкінці 80-х років розораність земель сягала до 82%, а в деяких областях і більше. До того ж проведення глибокої оранки не окуповувалося додатковою прибавкою врожаю, відбувалося руйнування структури ґрунту, що призводило до його розпилення і підсилення ерозійних процесів. Кожний прохід сільськогосподарських машин за інтенсивних технологій переущільнював ґрунт, що негативно впливало на його агрофізичні властивості, а в підсумку знижувало врожай культур.

Ерозійні процеси в Україні призвели до щорічної втрати близько 600 млн. тонн ґрунту, у тому числі понад 20 млн. тонн гумусу, третини поживних речовин, 16 млрд. м^3. Щорічне зростання площі деградованих ґрунтів сягнуло 80 тис. га, тому постало нагальне питання розширити дослідження щодо розробки і впровадження прийомів ґрунтозахисного обробітку ґрунту з використанням різних безполицевих, зокрема, плоскорізних знарядь.

У зв'язку із сильним проявом вітрової ерозії у Північному Казахстані та Західному Сибіру колектив учених Всесоюзного науково-дослідного Інституту зернового господарства під керівництвом академіка О. І. Бараєва розробив та впровадив спеціальну ґрунтозахисну систему обробітку ґрунту на основі плоскорізних знарядь з різноглибинним обробітком та смуговим розміщенням посівів і парів, застосування куліс, різних способів снігозатримання та інших заходів захисту від вітрової ерозії. Застосування плоскорізного обробітку давало можливість залишати на поверхні від 80 до 90% стерні, яка захищала ґрунт від вітрової ерозії, забезпечувала добре снігозатримання, накопичення

доступної вологи в ґрунті і відповідно зростання врожайності польових культур порівняно з оранкою. Така ґрунтозахисна технологія була актуальною і для південної території України, в місцях прояву дефляційних процесів ґрунту.

Принципова відмінність плоскорізної системи обробітку ґрунту академіка О. І. Бараєва від системи Т. С. Мальцева полягала в обов'язковому залишенні на поверхні ґрунту стерні та інших рослинних решток попередників для захисту ґрунтів від вітрової ерозії. Технологія передбачала виключення дискування та застосування плоскорізних знарядь, які максимально дозволяли зберігати на поверхні ґрунту рослинні рештки попередніх культур.

У процесі освоєння ґрунтозахисних технологій обробітку ґрунту в Україні слід визначити вчених, які активно виступали за відмову від плужного обробітку: І. Є. Щербак, Ф. Т. Моргун, М. К. Шикула. Вони вважали, що безполицевий обробіток у поєднанні з добривами сприяє підвищенню вмісту гумусу і зможе забезпечити його бездефіцитний баланс за меншої кількості внесення гною порівняно з оранкою, коли, навпаки, гумус лише втрачається. М. К. Шикула дійшов висновку, що локалізація рослинних решток, кореневої системи рослин і добрив у поверхневому шарі ґрунту потрібна для забезпечення ґрунтозахисного ефекту, поліпшення ґрунтоутворення, збільшення гумусу в ґрунті. Безполицевий обробіток і мульчування ґрунту післяжнивними рештками моделюють дерновий (чорноземний) процес ґрунтоутворення у виробничих умовах.

М. К. Шикула і В. Г. Назаренко стверджують, що розорювання чорноземів уже в перші роки призводить до різкого зниження запасів гумусу у верхній частині ґрунтового профілю, погіршення водно-фізичних властивостей ґрунтів та зниження їх протиерозійної стійкості. Систематичний плосокрізний мінімальний обробіток ґрунту в порівняно короткий строк відновлює показники його родючості. За їх даними, приріст урожайності зерна пшениці озимої на мінімальному обробітку становить 0,15–0,20 т/га і більше. Без значних капіталовкладень можна досягти істотного підвищення врожаю просапних культур: цукрових буряків, кукурудзи, картоплі.

Відзначимо досвід Полтавської області в застосуванні ґрунтозахисного плоскорізного обробітку ґрунту з мульчуванням поверхні поля на площі більше мільйона гектарів. Масштабний дослід проводили з 1973 року під керівництвом Ф.Т. Моргуна та за наукового забезпечення Н. К. Шикули і Г. В. Назаренка. Суть полтавського варіанта системи безплужного обробітку ґрунту полягала в плоскорізному обробітку, боронуванні голчастою бороною для надання посівному шару дрібного грудкуватого стану і розпушування важкими дисковими боронами для загортання органічних і мінеральних добрив. За відсутності плоскорізних знарядь пожнивне розпушування допускається проводити дисковими лущильниками на глибину 5–7 см із подальшим за необхідності обробітком культиватором. Причому в умовах посушливої осені найкращий результат був отриманий обробітку ґрунту після всіх непарових попередників на глибину висіву насіння – 5–7 см. Саме такий обробіток з утворенням ущільненого шару для насіння, до якого є підхід непорушених капілярів, створює сприятливі умови для застосування безплужного обробітку

ґрунту та гарантує одержання своєчасних і дружних сходів. Ця технологія дозволила захистити ґрунти від водної і вітрової ерозії, збільшити збори сільськогосподарської продукції, зокрема зерна 50–60 ц на круг, підвищити продуктивність праці на 37–40%, зменшити затрати пального на 38–46% і виробничі витрати на обробіток ґрунту на 24–31%.

У зв'язку з поширенням безполицевого плоскорізного обробітку в 80–90-ті роки промисловість України стала виготовляти різні модифікації плоскорізів. Спочатку з'явилися агрегати ПГ-3-35, КПГ-2-150, КПГ-2,2, КПГ-250, дещо пізніше – більш удосконалені агрегати ПЩН-2,5, КР-4,5, АКШ-3,6, ККП-3,6, КПЕ-6Н, КШН-5,4, ПН-2,5 та ін.

На думку А. Г. Тарарико, безполицевий зяб із залишенням стерні колосових культур на поверхні ґрунту становить основу ґрунтозахисної технології вирощування кукурудзи, соняшнику, ярих зернових. Плоскорізи менше всього подрібнюють і загортають у ґрунт рослинні рештки, тому за добре розпушеного ґрунту їм необхідно надавати перевагу.

Безполицевий плоскорізний обробіток, за твердженням Г. І. Швебса, зменшує руйнацію ґрунту і повинен бути впроваджений там, де уже відпрацьована технологія його застосування.

За даними І. Е. Щербака, беззмінний плоскорізний обробіток чорноземних ґрунтів (систематичний без періодичної оранки під деякі культури або для загортання гною) степової зони України забезпечує високі і сталі врожаї в сівозміні, значно сприяє ефективній боротьбі з ерозією грунту і є дієвим фактором розширеного відновлення його родючості.

Проте, як зазначали П. У. Бахтін, С С. Сдобніков, Л. І. Нікіфоров та інші вчені, накопичення та локалізація елементів живлення у верхньому шарі за плоскорізного обробітку – явище не завжди позитивне. Так, за відсутності обертання скиби (оранки), унаслідок диференціації кореневмісного шару і локалізації елементів живлення у верхній частині, польові культури формують кореневу систему у верхніх шарах. А за посушливих умов, за дефіциту вологи, верхній шар часто пересихає і на рослинах позначається дефіцит вологи, через що суттєво знижується врожай.

У наукових працях В. А. Джамаль і Л. Я. Мільчевської розглядаються негативні результати застосування плоскорізного обробітку на Кіровоградській ДСГДС – після пшениці озимої і кукурудзи на зерно, Донецькій протиерозійній дослідній станції, Українському НДІ захисту ґрунтів від ерозії – після кукурудзи на зелений корм, на Одеській СГДС – після кукурудзи на зерно і пшениці озимої та в інших науково–дослідних установах. Науковці вважають, що заслуговує на увагу варіант, у якому полицевий і безполицевий обробітки ґрунту чергуються в сівозміні.

За кордоном, а в останні десятиріччя і в Україні, поширився мульчувальний обробіток ґрунту. У вітчизняній агрономічній літературі термін «мульчувальний обробіток ґрунту» використовують для визначення способів розпушування скиби з одночасним залишенням на поверхні поля післяжнивних решток попередньої культури. Згідно з ДСТУ 4691:2006, «мульчувальний обробіток ґрунту» – це поєднання прийомів обробітку ґрунту з покриттям його

поверхні рослинними рештками вирощуваних культур [7]. За кордоном «мульчувальний обробіток ґрунту» передбачає використання ґрунтообробних знарядь, які забезпечують збереження на полі понад 30% рослинних решток попередника для контролювання ерозійних процесів.

Мульчувальний обробіток ґрунту – це спосіб обробітку ґрунту без обертання його орного шару за умови залучення у кругообіг усієї або частини побічної продукції вирощуваних культур. Спосіб є особливо ефективним за вологозберігаючого, ґрунтозахисного обробітку грунту, оскільки залишає значну частину післяжнивних решток на поверхні поля.

Для мульчувального (безполицевого) обробітку використовують плоскорізні, чизельні або дискові знаряддя. Кожне безполицеве знаряддя, за даними І. А. Пабата, залишає різну кількість післяжнивних решток попередника на поверхні ґрунту:

а) дискові лущильники і борони (ЛДГ-15, БДТ-7) – 40–60% решток на поверхні;

б) культиватори-плоскорізи типу КПШ-5 – 85–95%;

в) плосокрізи глибокорозпушувачі типу ПГ-3-5 – 80–90%;

г) протиерозійні культиватори типу КПЭ-3,8 – 60–75%;

д) чизельні плуги типу ПЧ-2,5 – 60–70%;

е) чизельні культиватори типу КЧП-5,4 – 35–65%;

є) голчасті борони типу БІГ-3А – 80–85%;

ж) стерньові сівалки типу СЗС-2,1 – 65–70%.

У дослідах, проведених І. А. Пабатом у 1987 році, під час зливи в липні шаром 45 мм і змінною інтенсивністю від 0,5 до 2,61 мм/хв на чизелюванні з мульчею решток соняшнику в дозі 5 т/га порівняно з відкритим фоном (оранка) стік води був меншим на 19,2 мм, а змив ґрунту на 27,5 т/га, ообто вони не перевищували допустимих величин 12,1 мм і 4,1 т/га. Втрати поживних речовин з водою і змитим ґрунтом при цьому становили: на чизелюванні – азоту 8,6, фосфору 7,3 кг/га; на оранці відповідно 59,7 і 43,9 кг/га, або в 5–6 разів більші.

Плоскорізний обробіток, який передбачає збереження на поверхні ґрунту більшої частини післяжнивних решток, є ефективним на чорноземах середнього механічного складу і на полях, що зазнають впливу ерозійних процесів. Вимогам агротехніки краще задовольняють комбіновані агрегати нового покоління (КР-4,5, АКШ-5,4, КШН-5,6).

Дисковий обробіток ґрунту – безполицевий спосіб обробітку, що виконується дисковими знаряддями на глибину від 6 до 20 см, забезпечує кришення, часткове перемішування ґрунтової маси і знищення бур'янів. Після стерньових попередників, коли уся солома залишається на полі, найдоцільніше застосовувати важкі тандемні дискові борони ДМТ-6, БДВ-3, Містраль.

Спосіб безполицевого ґрунтозахисного обробітку ґрунту з недорізуванням скиби по ширині захвату і утворенням нерозпушених гребенів над дном борозни називають чизельним. Розрізняють два способи такого обробітку: суцільний безполицевий і вузькосмуговий, або консервуючий. Характерною особливістю останнього є те, що ґрунт поспіль розпушується

лише на глибину до 8 см, а глибше – мікросмугово від 20 до 45 см з недорізом скиби по ширині захвату. Розміри нерозпушених гребенів над дном борозни при цьому бувають різними і зростають із збільшенням ширини міжсліддя робочих органів чизеля. Чизельний обробіток особливо ефективний на полях, що зазнають сумісної дії водної і вітрової ерозії, особливо в разі застосування консервуючої технології.

Чизелі, які використовуються в агровиробництві, умовно можна розділити на чизельні культиватори (обробіток ґрунту до глибини 25 см), чизельні плуги (25–35 см), чизелі-глибокорозпушувачі (25–40 см і глибше), комбіновані чизельні агрегати з широким діапазоном глибини обробітку.

Для чизельного обробітку використовують як чизель-культиватори типу КПЧ-4,3, КЧП-5,4, обладнані прямими дисками і напівгвинтовими наральниками-чизелями на С-подібних пружинних стояках, розставлених у три ряди, так і відомі чизельні плуги загального призначення: ПЧ-4,5, ПЧ-2,5, ПЧК-2,5, ПЧК-4,5, ГУН-4. Останні здатні виконувати як вузькосмугове, так і суцільне чизелювання. Вони укомплектовані двома типами змінних робочих органів: лапами шириною 70 мм для розпушення на глибину до 45 см і стрілчастими лапами завширшки 270 мм для обробітку до 30 см. Чизельні глибокорозпушувачі типу АГЧ-4,0, ЧГ-40, ЧГ-40-02 використовують для руйнування плужної підошви один раз на 3–5 років у сівозміні, а комбіновані чизельні агрегати типу БДВП-4,2-0,1, БДЧ-5, ЧД-30 та ін. для основного, передпосівного, обробітку ґрунту за один прохід.

На думку І. А. Пабата, завдяки «рваному дну» борозни, ускладненню нанорельєфу (внутрішньоґрунтовій і поверхневій гребенистості) і збереженню близько 60% стерні, чизелювання з безполицево-розпушувальними лапами є, порівняно з іншими видами обробітку ґрунту без обертання скиби, найбільш надійним засобом затримання води і запобігання вітрової та водної ерозії. Його застосування особливо ефективне під кукурудзу і соняшник, чорний пар, пшеницю озиму після зайнятих парів з різними сумішками на зелений корм. Особливо ефективне чизелювання за переорювання змитих ґрунтів по оранці зябу весною, для зниження щільності й окультурення підорного шару, а також на ґрунтах з поверхневим перезволоженням – для відведення вологи з орного шару в шари, що розташовані нижче.

Чизелювання сприяє збільшенню запасів снігу на 6–15 мм у перерахунку на воду. Якщо ґрунт по оранці промерзає на глибину до 40 см (у борознах), то по чизелюванню – лише у 40% випадків. За таких умов стік води в дослідах формувався на схилах крутістю 2° і відстані до водорозділу понад 200 м. По оранці і мілкому обробітку стік відмічали за крутизни 1° і відстані до водорозділу 100–150 м.

Мікросмугове розпушування чизелем у дослідженнях І. А. Пабата й А. І. Горбатенка зумовлювало вбирання 10–15% опадів ґрунтом у першу зиму, або на 15–39 мм більше, ніж по оранці і мілкому розпушуванню, що сприяло збільшенню запасів вологи не тільки у верхніх, а й у нижніх шарах, якими вона менше втрачається під час літніх посух.

Чизелі для консервуючого обробітку використовують на більш

зволоженому ґрунті. Завдяки високій протиерозійній ефективності і фронтальному розміщенню робочих органів чизель, незамінний агрегат у системі смугового і контурного землеробства. У дослідах по чизельному обробітку зі штучним підтоком талої води навіть у критичних умовах (схил 3–5º, витрати води 13 л/с на 1 га протягом 1 год.) стоку води і змиву ґрунту не зафіксовано, тоді як по звичайній оранці ці показники становили 9,5 л/с на 1 га і 95 г/с. Крім цього, на відміну від інших способів безполицевого обробітку, за консервуючого менше втрачаються і ефективніше використовуються мінеральні добрива, внесені розкидачами відцентрового типу. До недоліків консервуючого обробітку слід віднести недостатню його ефективність у боротьбі з багаторічними бур'янами, особливо у вологі роки.

Продуктивність чизельного обробітку в дослідженнях І. А. Пабата була набагато вищою, ніж на оранці. Зокрема продуктивність чизеля ПЧ-4,5 в агрегаті з К-701 становила 2,86 га/год, витрати пального – 10,8 кг/га, а плуга ПЛН-4-35 із трактором Т-74 – відповідно 0,65 га/год, та – 17,2 кг/га. Ступінь кришення скиби за чизельного консервуючого обробітку – 82%, а за полицевого лише 57,1%.

Підтримують застосування консервуючої системи обробітку ґрунту на еродованих ґрунтах Степу такі вчені, як Л. Ф. Мазка, О. В. Богунова і В. І. Стеценко. Вони доводять, що за консервуючого обробітку зменшується ерозія, економиться пальне, скорочуються затрати праці.

Під терміном «консервуючий» у США об'єднують 15 прийомів обробітку грунту, наприклад: нульовий, смуговий, мульчувальний, чизельний, гребеневий, полицевий та ін. Американські колеги стверджують, що за консервуючого обробітку ґрунту зменшуються втрати від ерозії до 2,5 т/га, за оранки вони становлять 12,5 т/га.

Досвід застосування безполицевого мінімального обробітку ґрунту в США показав значне зростання родючості ґрунту. У ґрунті підвищується уміст гумусу і кількість водотривких агрегатів, покращується структура ґрунту, зменшуються ерозійні процеси, скорочуються затрати праці. Разом з тим практика фермерських господарств США засвідчує, що в перші 2–3 роки за освоєння мінімального обробітку спостерігається зниження врожайності кукурудзи, а наступні врожаї, як правило, були вищими, ніж за полицевого обробітку, особливо в посушливі роки.

За підрахунками американських спеціалістів затрати праці за чизельного обробітку зменшувалися на 14%, за прямого висіву – на 40%. Відповідно скорочувалися і витрати пального, за чизельного обробітку на 23%, прямого посіву – на 57%.

Таким чином, безполицевий спосіб обробітку ґрунту створює гетерогенний за родючістю оброблюваний шар: поліпшує, порівняно з полицевим, водний режим ґрунту верхніх шарів, що сприяє отриманню дружних сходів польових культур, особливо озимих. Наявність рослинних решток у верхніх шарах створює оптимальні умови щільності, загальної пористості та повітроємності, проявляється тенденція до підвищення органічної речовини, поліпшується біологічна активність ґрунту. Того ж часу

безполицевий обробіток призводить до ущільнення нижніх шарів ґрунту і погіршення біологічної активності в них, у результаті чого відбувається диференціація оброблюваного шару за родючістю. Підвищення вмісту елементів живлення у верхній частині оброблюваного шару сприяє доброму розвитку рослин з вторинною кореневою системою, яка розміщується у верхньому шарі (озимі та ярі колосові). Просапні культури з глибокою кореневою системою (цукрові буряки, кукурудза, соняшник, картопля) негативно реагують на диференційований розподіл у ґрунті поживних елементів і часто знижують урожай.

Дослідженнями вітчизняних учених встановлена доцільність чергування полицевого й безполицевого обробітку зі застосуванням плугів різних модифікацій, комбінованих чизельних і плоскорізних знарядь, що поліпшує фітосанітарний, поживний та агрофізичний стан орного шару.

Багатьма вченими доведено, що для умов усіх зон України найповніше відповідає система диференційованого різноглибинного обробітку ґрунту в сівозмінах із використанням ґрунтообробних знарядь різного типу [2–6]. Диференційована система обробітку ґрунту – це система обробітку ґрунту, яка передбачає різні способи обробітку під окремі культури. Позитивне ставлення до диференційованої системи обробітку ґрунту в ґрунтозахисному землеробстві висловлюють учені Н. Х. Грабак, М. М. Дзюбинський, І. П. Макаров, Л .П. Манілова, В. І. Карпова, які вважають її найприйнятнішою. Базується вона на мінімалізації обробітку ґрунту за рахунок спеціальних ґрунтозахисних і вологонакопичувальних прийомів. Полицевий обробіток проводиться в основному для загортання органічних добрив і під культури, технології вирощування яких за безполицевого обробітку ще не відпрацьовані. Під ранні зернові і зернобобові ефективним є безполицеве розпушування на глибину не більше 14 см, за якого відпадає необхідність у ранньовесняному вирівнюванні поверхні ґрунту, і в першій культивації під пізні культури.

Диференційована система обробітку ґрунту в сівозміні, за твердженням М. О. Цандура, знижує енерговитрати на 25–30%, зменшує засміченість посівів у 2,5–3,0 рази, збільшує вихід зерна на 4–5 ц з кожного гектара сівозмінної площі.

На думку С. П. Танчика, диференційована система обробітку ґрунту має як позитивні, так і негативні властивості. До позитивних відносять формування оптимальної будови орного шару, яка забезпечує рослинам найкращий розвиток кореневої системи і ефективне використання елементів живлення; очищення ґрунту від насіння бур’янів; глибоке загортання органічних добрив і побічної продукції рослинництва, що підвищує їхню гуміфікацію. До негативних властивостей диференційованої системи обробітку ґрунту належать: посилення проявів водної та вітрової ерозії; посилення мінералізації органічної речовини ґрунту; агрофізична деградація ґрунтів; високі витрати енергії та ресурсів.

Сучасні екологічні і економічні причини зумовили необхідність удосконалення методології обробітку ґрунту. Недоліки диференційованої системи значною мірою усуваються за мінімалізації, тобто в разі зменшення

глибини, кількості механічних операцій, об'єднання кількох технологічних процесів під час проходження комбінованих агрегатів тощо.

4. Мінімальний (мілкий, поверхневий), нульовий обробіток і система «No-till»

Мінімальна система обробітку ґрунту – система обробітку ґрунту, що забезпечує зниження витрат енергії і часу через зменшення кількості та глибини обробітків і поєднання кількох операцій в одному робочому процесі.

Мінімальний, а особливо нульовий обробіток ґрунту – елемент інтенсивних агротехнологій, він можливий за достатнього забезпечення добривами, пестицидами в оптимальних сівозмінах, іншими виробничими ресурсами, за високої культури землеробства та наявності високопрофесійних технологів. В іншому випадку запровадження мінімалізації ґрунтообробітку приведе в глухий кут. Так, в останні десятиріччя в Україні внаслідок занепаду агропромислового виробництва з'явилася велика кількість погано оброблюваних земель, тобто пройшла спонтанна мінімалізація обробітку ґрунту, яка не має жодного відношення до наукової мінімалізації.

В Україні, як і у світі, проявляється загальна тенденція до зниження інтенсивності обробітків ґрунту не тільки з метою економії матеріальних і енергетичних ресурсів, а й у зв'язку зі загальною тенденцією зменшення чисельності працездатного населення в сільській місцевості, що змушує скорочувати технологічний цикл робіт, використовувати більш продуктивні широкозахватні агрегати з метою підвищення продуктивності праці в агровиробництві, яке забезпечується, зокрема, технологіями мінімального обробітку ґрунту. Крайнім проявом цього технологічного напряму є сівба в попередньо необроблений грунт, або «нульовий» обробіток.

Однією з основних передумов запровадження мінімальних технологій є широке застосування різних гербіцидів, зокрема системних препаратів суцільної дії, перш за все з групи гліфосатів.

Як зазначає академік РАСГН В. І. Кірюшин, зменшення витрат енергії у вигляді паливно-мастильних матеріалів, щоб скоротити обробіток ґрунту, доводиться компенсувати затратами енергії на боротьбу з бур'янами, тобто використовувати гербіциди. А з підвищенням зволоження зростає використання фунгіцидів. Підсилення дефіциту мінерального азоту за мінімалізації потребує його компенсації з використанням добрив. Таким чином, енергозберігаючий ефект мінімалізації обробітку ґрунту повинен оцінюватися не по економії паливно-мастильних матеріалів, як це часто робиться, а по різниці економії енергії паливно-мастильних матеріалів і компенсуючих витрат енергії у разі використання пестицидів і добрив. Ця різниця в посушливих умовах, як правило, на користь енергозбереження за мінімалізації, але з підвищенням коефіцієнта зволоження вона зменшується.

Мінімалізація доцільна на ґрунтах із рівноважною щільністю, близькою до оптимальної для вирощування польових культур, на цих ґрунтах інтенсивність обробітку може бути меншою, а від певних прийомів можна відмовитися взагалі.

На думку В. Ф. Сайка, А. М. Малієнка [4], зональні особливості застосування технологій мінімального обробітку визначаються особливостями ґрунтового покриву. Такий обробіток є перспективним і відносно просто запроваджується на структурних, добре дренованих ґрунтах, зокрема чорноземах. У посушливих умовах він має більші переваги, оскільки мульчування поверхні післязбиральними рештками забезпечує збереження до 25–50 мм вологи. Тому найбільш перспективною зоною для запровадження мінімального та «нульового» обробітків є зона Степу, значна частина Правобережного Лісостепу.

Мінімальний обробіток ґрунту являє собою високоефективний агромеліоративний прийом затримання і збереження ґрунтової вологи опадів. Річний вологонакопичений ефект його дорівнює 30–50 мм, що стабілізує землеробство, особливо під час сильних посух.

Світова тенденція до мінімалізації обробітку ґрунту нині обумовлена не стільки спробою зменшити затрати матеріальних ресурсів і праці на обробіток ґрунту, а скільки можливістю управління культурними ґрунтотворними процесами і виходом на розширене відтворення ґрунтової родючості, яке є нереальним за постійного полицевого обробітку.

За твердженням Н. К. Шикули і Г. В. Назаренка, беззмінний мінімальний обробіток ґрунту забезпечує розвиток процесів саморегуляції ґрунтових аналогів цілини, сприяючи накопиченню у верхній частині профілю ґрунту органічних речовин, поживних елементів і акумульованої енергії, що разом з раціональною антропогенною дією на ґрунт створює основу для розширеного відтворення родючості чорнозему. За мінімального обробітку зростає коефіцієнт гуміфікації органічних речовин. Річний діапазон зміни його вмісту в ґрунті чорнозему типового в Лісостеповій зоні становив 0,27–0,50%, що еквівалентно по коефіцієнту гуміфікації одиничному внесенню на 1 га 400–500 тонн гною. Мінімальний обробіток дозволяє використовувати для відтворення родючості чорнозему, крім гною, якого не вистачає, менш цінну частину врожаю: солому, стебла, гичку та інші рослинні рештки. За мінімального обробітку зміщується максимум умісту органічних речовин ґрунту у верхні шари, які є найбільш важливими частинами ґрунтового профілю для росту і розвитку польових культур.

Мінімальний обробіток чорноземних ґрунтів може забезпечити сталі врожаї в сівозміні навіть у перші роки його використання за умови застосування підвищених доз органічних і мінеральних добрив, а також ефективних засобів захисту рослин, що становить невід'ємну частину інтенсивних технологій. Отже, як зазначають Н. К. Шикула і Г. В. Назаренко, беззмінний мінімальний обробіток ґрунту – це елемент інтенсивних систем землеробства.

Установлено, чим довше застосовується систематичний мінімальний обробіток ґрунту, тим вища врожайність польових культур. Це особливо яскраво видно на прикладі стаціонарного досліду з порівняльного випробування полицевого і мінімального обробітку ґрунту на Новоодеській держсортодільниці Миколаївської області. У середньому по семи полях

зернових культур у 10-пільній сівозміні прибавка врожаю по мінімальному обробітку, порівняно з оранкою, становила 0,34 т/га в першій ротації, 0,66 т/га у другій і 0,92 т/га у третій ротаціях. Така сама закономірність відмічена і в Лохвицькому районі Полтавської області.

Із останніх десятиліть XX ст. і дотепер в аграрному виробництві часто використовують комбіновані ґрунтообробні агрегати. Комбінований обробіток ґрунту – прийом обробітку ґрунту складними ґрунтообробними машинами, які виконують за один прохід агрегату декілька технологічних операцій. Такі агрегати мають високу ефективність, оскільки за один прохід виконують основний, передпосівний обробіток, а в окремих випадках навіть і одночасний висів насіння польових культур. Спочатку такі знаряддя були у вигляді комбінованих ґрунтообробних агрегатів КА-3,6, АКП-2,5, РВК-3,6. Нині вони представлені широким набором різних моделей і модифікацій як вітчизняного, так і закордонного виробництва. Наприклад, комбіновані глибокорозпушувачі для основного обробітку ґрунту SIMBA SLD 460 зі схемою робочих органів диски–культиваторні лапи–диски–котки; дисково-чизельні агрегати ДИЧ-3,1, ДИЧ-5,2 в поєднанні дисковим і чизельним знаряддям. Для передпосівного обробітку ґрунту слугують вітчизняні АК-6, АК-7 та закордонні AMAZONE Centaur 3001 Special з культиватором та дисковою бороною. Привертають увагу і висівні комбіновані комплекси KVERNELAND ACCORD MSC–3 та вітчизняний посівний комплекс «Вектор-4» виробництва «Велес Агро» м. Одеса, який поєднує одночасний обробіток грунту і висів, включає сівалку ZTS-4N та дисковий агрегат АГН-4,2, які можуть використовуватися й окремо.

Позитивно зарекомендувала себе технологія, що ґрунтується на використанні ґрунтообробно-висівних комплексів типу AMAZONE, основними складовими яких є роторний культиватор активної дії, гумовий ущільнюючий коток і змінна навісна сівалка для суцільного і широкорядного висіву. Комплекс забезпечує якісну підготовку насіннєвого ложа за один прохід агрегату, водночас сепарує і оструктурює ґрунт, при цьому грубіші фракції (10–30 мм) залишаються на поверхні, що істотно посилює протиерозійну стійкість агрофону.

Комплекси надійно працюють на перезволожених фонах і забезпечують сівбу ярих зернових колосових культур у надранні строки в необроблений з осені грунт, що в подальшому істотно зменшує негативний вплив посушливої погоди на рослини.

Комбіновані висівні агрегати перспективні для використання на еродованих і ерозійно податливих грунтах, при пересіві озимини, підсіві луків і пасовищ. Можливості застосування цих технічних засобів суттєво обмежуються за умов поєднання кількох несприятливих факторів (зневоднений грунт, присутність багаторічних бур'янів тощо).

Землеробство України на сучасному етапі ввійшло в період кардинальних змін, доказом цього є спроба запровадження новітніх технологій, зокрема нульового обробітку ґрунту, або «прямої» сівби в попередньо необроблений грунт, та поява генетично модифікованих польових культур. Безпосередня сівба, нульовий обробіток ґрунту – це спосіб сівби без попереднього обробітку

в стерню, або післяжнивні рештки рослин. Нульовий обробіток передбачає повну відмову від суцільного спушування скиби за винятком операції з підготовки насіннєвого ложа одночасно зі сівбою спеціальними сівалками прямої дії.

Система нульового обробітку ґрунту в сівозміні у світовій практиці отримала назву «No-till», що в перекладі з англійської означає «не орати». Система землеробства «No-till» – це комплекс організаційних, агротехнічних, меліоративних, екологічних, соціальних та економічних заходів, спрямованих на стійкий розвиток галузі землеробства, підвищення врожайності сільськогосподарських культур і родючості ґрунту, захист його від ерозії, тобто заходів, покликаних відповідати природовідновленню і відповідності законам природи.

Система землеробства «No-till» – це не принципова відмова від механічного обробітку ґрунту. Відсутність системи механічного обробітку ґрунту зумовлює зміну підходів до всіх інших складових ланок системи землеробства – системи удобрення, насінництва, сівозмін, організації території, структури посівних площ та ін.

Перехід до нової технології «No-till» передбачає зовсім іншу філософію землеробства, сутність якої полягає в узгодженні технології вирощування польових культур зі закономірностями ґрунтотворного процесу даного типу ґрунту. З кожним роком родючість ґрунту повинна підвищуватися, при цьому врожай наступних культур зростає за рахунок новоутвореної ґрунтової родючості, а не від внесення добрив чи інших технологічних заходів, тобто працює агроекосистема, яка постійно змінюється і самовідновлюється.

Головні принципи нульової технології: постійний рослинний покрив; мінімальний механічний вплив на ґрунт; адаптовані сівозміни. Означені принципи деталізуються у такий спосіб: відмова від полицевої оранки, культивації, боронування тощо; від внесення органічних добрив, замість них використовуються рослинні рештки основних, пожнивних і покривних культур, заборона спалювання рослинних решток; внесення мінеральних добрив і засобів захисту одночасно зі сівбою польових культур або знаряддями, що не руйнують ґрунт; використання спеціальних сівалок тощо.

Одним із базових наукових положень за нульового обробітку є обов'язкове залишення всіх рослинних решток на поверхні і рівномірне їх розміщення на полі. Щоб рослинні рештки виконували свою роль, їх необхідно ретельно подрібнювати. Управління рослинними рештками в системі землеробства «No-till» виконується механічними та біологічними заходами. Знаряддями механічного впливу на рослинні рештки є різні комбайни, обладнані подрібнювачами, та спеціальні причіпні подрібнювачі, наприклад, вітчизняного виробництва ПН-4,0, ПР-2,6 і закордонного – Schulte S150, Schulte 5026, Wil-Rich-4,57, KUHN BNG, LAND PRIDE RC5515 та ін. Суть біологічного методу управління рослинними рештками полягає в регулюванні швидкості їх біологічного розкладу. Прискорення процесу розкладання соломи досягається за допомогою різноманітних біологічних препаратів, до складу яких входять целюлозо- і лігнінорозкладаючі, азотофіксуючі,

фосформобілізуючі та інші мікроорганізми. Прикладом таких препаратів може бути байкал ЄМ1, ризобакт, гуміфікатор та ін.

Історія розвитку технології «No-till» розпочалася у Великій Британії 1955 року після винаходу гербіцидів суцільної дії з коротким періодом розкладу – паракват та грамоксон (біпіріділові гербіциди суцільної дії), які забезпечили надійне контролювання бур'янів на необроблених ділянках землі. Була також створена сівалка для сівби в необроблений грунт. Теоретичною основою для розвитку такої технології були висновки видатного вченого Є. Рассела. Але першим, хто запровадив систему «No-till» у виробництво, був американський фермер Гаррі Янг, який у 1962 році застосував англійську сівалку прямого висіву на своїй фермі. Боротьбу з бур'янами він проводив, виключно використовуючи гербіциди суцільної дії. Перші рекомендації щодо застосування прямого висіву видані в 1969 році, а в 70-ті роки ця технологія поширилася на інші країни. Запровадження системи не завжди обходилося без ускладнень щодо забезпечення якісної сівби насіння польових культур через наявність рослинних решток на поверхні поля. Тому перед початком робіт рекомендувалося спалювання побічної продукції. Для сучасних сівалок прямого висіву рослинні рештки в технології «No-till» не є перешкодою.

В Україні вперше прямий висів випробовували в Миронівському Інституті пшениці імені В. М. Ремесла у 1978 році на основі стерньової сівалки 20-SXBI чехословацького виробництва. Сівалку сконструйовано на основі поширеного існуючого нині дискового сошника, коли потужний дисковий ніж прорізує в ґрунті щілину для дводискового сошника, за яким встановлюється прикочуючий пристрій.

Згодом сівалка прямого висіву пройшла випробування в нинішньому Українському науково-дослідному інституті прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Л. Погорілого. В обох випадках випробування були успішними, але дана технологія подальшого розвитку і поширення не мала. Соціально-економічні передумови, які склалися в СРСР, не давали поштовху до розвитку даної технології, тому що паливно-мастильні матеріали, добрива, робоча сила були дешевими і необхідності в економії ресурсів не виникало [4].

Дещо пізніше в Україні була спроба запровадити «No-till» технології в Старобешівському районі Донецької області на десятках тисяч гектарів. Створили і обладнали навчальний центр із підготовки фахівців для освоєння нової технології. Сівбу проводили сівалками прямого висіву компанії Great Plains. Отримали негативні результати, оскільки суспільство не було готовим до впровадження нової технології в агровиробництво, а аграрна наука не підтримала цієї нової технології.

Понад 20 років «No-till» системи працюють у корпорації «Агро-Союз» Дніпропетровської області. Тут створено навчальний центр, де фахівці аграрного сектору можуть одержати знання з даної технології, отримати будь-яку інформацію за темою. Проте значна частина цієї технології в господарстві базується на посівному комплексі HORSH, який має стрілчасті робочі органи і під час сівби розпушує грунт на глибину загортання насіння – 5–6 см.

Загальновідомо, що класична технологія «No-till» не передбачає жодного розпушування, тому запроваджену технологію доцільніше називати «Mini-till».

Останніми часом нульовий обробіток ґрунту у світі поширюється, загальна площа наближається до 100 млн га, але переважно в шести країнах: США, Бразилії, Аргентині, Канаді, Австралії і Парагваї. Зростає інтерес до нульового обробітку в Азії і Африці. Тільки в Європі темпи впровадження цього способу залишаються мінімальними, за винятком Іспанії і Італії, де його застосовують на площі близько 300 і 100 тис. га відповідно. У Франції і Великій Британії, де польові досліди з випробування нульового способу ведуться з 70-х років минулого століття в основному позитивними результатами, у виробничій практиці його фактично ігнорують. Причин називається чимало – невеликий розмір ферм, несприятливі (холодні і вологі) ґрунтово-кліматичні умови (переважно в північних країнах), значні субсидії фермерам, що не заохочують їх до інновацій, відсутність ефекту на перших етапах впровадження, значні витрати на техніку і засоби захисту рослин, і, нарешті, просто стереотипи мислення і консерватизм. Позначається і перевиробництво сільськогосподарської продукції у західних європейських країнах, що також не стимулює впровадження нових технологій.

У Латинській Америці нульовий обробіток сприймається з позитивної точки зору, а негативні моменти майже не згадуються. Постійний рослинний покрив (мульча) на поверхні ґрунту розглядається як нова стратегія боротьби з бур'янами. Широкого застосування набули знаряддя для підрізування однорічних бур'янів без порушення мульчі. Агрономічні, економічні, соціальні й екологічні переваги нової технології вважаються беззаперечними. За «нульової» технології необхідна менша кількість паливомастильних матеріалів, часу і машинно-тракторних агрегатів для виконання робіт (навіть небагаті фермери спроможні впроваджувати цю технологію). Краще складається водно-повітряний режим ґрунту, зростає вміст органічної речовини, суттєво знижується ерозія. За даними інформаційного центру з консервативного обробітку, що діє при Іллінойському університеті США, за 15 років безперервного нульового обробітку (з 1982 по 1997 рік), площа еродованих земель на американському континенті зменшилася на 42%.

Успішне освоєння «No-till» в Бразилії сприяло технологічному переоснащенню аграрного виробництва. Наприклад, якщо в 1991 році у штаті Санта Катаріна сівалок для прямого висіву налічувалося не більше 100, то у 2004 році – майже 2500. Зріс дохід фермерів, поліпшились умови їхньої праці. Позитивні зміни відбулися в екологічній ситуації. Зокрема, завдяки значному підвищенню вологопроникності ґрунту і зменшенню поверхневого стоку (на 22%) зменшились ерозія і замулення доріг.

У США особливо наголошуються переваги нульового обробітку в секвестрації вуглецю. За 150 років інтенсивного землеробства в країні було втрачено до 50% запасу органічного вуглецю ґрунту, а викиди CO_2 в атмосферу зросли на 30%. Згідно з розрахунками відомого американського вченого R. Lal, з початком механізованого обробітку ґрунту декілька сотень років тому і прискоренням окиснення органічного вуглецю тільки у США втрачено 4, а у

світі – 78 млрд. тонн вуглецю. Це суттєвий чинник потепління клімату на планеті.

Нині в європейських країнах, навпаки, іде майже повне ігнорування системи «No-till», основною причиною якого є бур'яни, хвороби, підвищення витрат на їх зниження; та особливо негативне ставлення до хімізації агровиробництва, зниження врожаю, що не виправдовує витрати. У країнах Європи під нульовим обробітком налічується лише 1,1 млн га. Використовують три системи основного обробітку ґрунту – традиційну плужну, мінімальну і нульову з різними регіональними модифікаціями. Плужна система явно переважає, дві інші поширені на невеликих площах. З кінця 90-х років прихильність європейських фермерів дещо змінюється на користь мінімального і нульового обробітків через загострення проблеми деградації ґрунтів – втрата гумусу, погіршення агрофізичних властивостей, розвиток ерозії тощо.

З аналізу поширення системи «No-till» у світі можна зробити парадоксальні висновки. З одного боку ми маємо вражаючі результати, яких досягли країни Південної Америки, за короткий час перетворивши архаїчне відстале землеробство на сучасну високотехнологічну і продуктивну галузь, а з іншого – майже повне ігнорування цієї технології в Європі, у тому числі, такими розвиненими країнами, як Франція, Німеччина, Велика Британія.

Умови для застосування нульового обробітку з півдня на північ Європи погіршуються унаслідок перезволоження ґрунту, низьких температур весною і короткого вегетаційного періоду, що не сприяє ефективності цієї технології.

Найбільш сприятливими для нульового обробітку є добре дреновані ґрунти середнього гранулометричного складу, а важкі глинисті, піщані або пилуваті ґрунти менш відповідають даному обробітку через переущільненість (природну чи антропогенну). Але якщо піщані чи пилуваті ґрунти мають підвищений вміст органічної речовини, то можливість ефективного застосування нульового обробітку ґрунту на них зростає. На думку фахівців з європейського континенту, українські чорноземні ґрунти є ідеальним об’єктом для впровадження нульового обробітку.

До негативних чинників зниження рівня використання нульового обробітку можна віднести і, наприклад, підвищений рівень опадів на важких глинистих і піщаних холодних ґрунтах північної Європи. Південні посушливі і теплі регіони більш сприятливі для нульового обробітку, тим паче в даній місцевості зростає загроза водної ерозії (переважно через зливовий характер опадів). Тут нульовий обробіток ґрунту має безперечні переваги. Дренування зі швидкого відведення надлишкової вологи навесні сприяє нульовому обробітку на всіх без винятку ґрунтах.

Досить часто, особливо в північних країнах Європи, ефективність нульового обробітку лімітують тривалість вегетаційного періоду та висота місцевості над рівнем моря. У країнах з пересіченим рельєфом (наприклад Норвегія) придатність території для цього обробітку різко змінюється на невеликих відстанях.

Як і всі технології, система «No-till» має і переваги, і суттєві недоліки, що найбільш повно, на наш погляд, висвітлено у роботі В. Ф. Сайка,

А. М. Малієнка «Системи обробітку ґрунту в Україні» [4]. Так, до переваг «No-till» автори відносять:

- Різке, у 3–5 разів, підвищення продуктивності праці;
- можливість проведення сівби польових культур у найкращі агротехнічні строки;
- скорочення витрат на оплату праці в 1,6 раза, придбання техніки – 1,5, пального – 2,2 рази. З урахуванням витрат на добрива, вапно, гербіциди та інсектициди, робочу силу економія сукупних витрат становить за даними зарубіжних країн 12%;
- зниження рівня евтрофікації водойм завдяки обмеженню попадання в них елементів, які викликають бурхливий розвиток водоростей;
- захист ґрунтів від ерозії, дефляції і антропогенного переущільнення;
- можливість значного підвищення вмісту в ґрунті органічної речовини і гумусу;
- підвищення коефіцієнтів використання елементів живлення рослин з мінеральних добрив, у першу чергу фосфору (особливо за помірних доз внесення), завдяки локалізації добрив і кореневої системи і найбільш біологічно активному поверхневому шару в умовах достатнього зволоження;
- збереження ґрунтової вологи від втрат на фізичне випаровування;
- збагачення ґрунтів на мікро- і мезофауну, зокрема на дощові черв'яки, які відіграють важливу роль у формуванні родючості ґрунтів;
- зменшення емісії CO_2 в атмосферу внаслідок зниження витрат пального в річному циклі польових робіт;
- вилучання сотень мільйонів тон CO_2 з атмосфери і закріплення його у формі органічної речовини ґрунту;
- можливість підвищення за певних умов урожайності польових культур і зниження собівартості продукції рослинництва;
- вирівнювання поверхні поля задля покращення умов праці механізаторів і функціонування технічних засобів; зниження вібраційних навантажень на організм людини і метал.

Головні недоліки та застереження щодо системи «No-till»:

- зниження температури ґрунту навесні на 2,8–5,0°С за наявності на поверхні ґрунту післяжнивних решток, особливо після кукурудзи. При цьому етапи органогенезу польових культур зміщуються на пізніші строки. Виникає потреба посилення фосфорного живлення рослин, зміни строків сівби ярих;
- можливість перезволоження орного шару на ґрунтах, що слабо дренуються, а це супроводжується різким зниженням їхньої біологічної активності. Компенсація цього недоліку досягається підвищенням дози азоту на 25–30 кг/га;
- погіршення умов роботи дренажних систем на осушуваних землях;
- зростання негативного прояву мікропонижень («блюдець») із зменшенням глибини обробітку і переходом на технології «нульового»

обробітку, особливо в роки формування притертої льодяної кірки на озимих;
- можливість зниження польової схожості насіння внаслідок насичення посівного шару післяжнивними рештками, що супроводжується необхідністю підвищення норм висіву на 15–25%;
- підвищення витрат на боротьбу з бур'янами на 15–100% порівняно з загальноприйнятим обробітком, залежно від культури і типу сівозмін;
- погіршення дії ґрунтових гербіцидів у зв'язку з утриманням частини препаратів на післяжнивних рештках і з посиленою детоксифікацією діючих речовин у біологічно активному поверхневому шарі. Іноді причиною послаблення токсичності ґрунтових гербіцидів є підкислення ґрунту у верхньому шарі товщиною 10 см;
- посилення ризику появи резистентних до гербіцидів популяцій бур'янової флори за інтенсивного захисту посівів від бур'янів;
- створення напружених умов для підтримки сприятливого фітосанітарного стану посівів, що пов'язано з наявністю на поверхні ґрунту рослинних решток, на яких зберігаються джерела інфекції, залучаються шкідники, що відкладають на них яйця, складаються сприятливі умови для виживання шкідників у зимовий період;
- ускладнення боротьби з мишоподібними гризунами;
- можливий недобір урожаю і зниження якості зерна пшениці озимої з причин збіднення на поживні речовини нижньої половини орного шару та їх позиційної недоступності через пересихання верхнього шару товщиною 10 см;
- зниження ефективності підкормок азотом розкидним методом на фонах з великою кількістю на поверхні ґрунту рослинних решток. Із попаданням карбаміду на поверхню решток втрачається 1/3 азоту;
- ускладнення підтримки оптимальних фізико-хімічних параметрів родючості ґрунту за тривалого агрохімічного «навантаження» на поверхневий шар. Корекція цих параметрів за рахунок вапнування має здійснюватися меншими дозами й удвічі частіше, ніж за загальноприйнятого обробітку;
- спостерігається явище сезонної цементації зі значним підвищенням щільності будови ґрунту та різким зниженням продуктивності агрофітоценозів за значної виснаженості ґрунтів середнього і важкого гранулометричного складів без обробітку в перші роки, запровадження «No-till» системи. Відновлення оптимальних параметрів щільності ґрунту відбувається протягом 3–4 років;
- висока ціна техніки для прямого висіву, що є складною фінансовою проблемою для більшості господарств;
- запровадження технології «No-till» вимагає високої кваліфікації агрономічного і технічного персоналу;
- різка зміна технологій вирощування польових культур на значних площах нерідко супроводжується загостренням проблеми безробіття на селі;

- можливе підвищення рівня безробіття і в галузі сільськогосподарського машинобудування;
- посіви за технології «No-till» можуть бути протягом тривалого часу пожежонебезпечними.

Із впровадженням системи «No-till» забезпечуються умови, за яких грунт стає стійким до руйнування водою і вітром за рахунок захисту поверхні рослинними рештками або вегетуючими рослинами. При цьому, з одного боку, спостерігається збереження вмісту органічної речовини і гумусу, зменшення втрат ґрунтової вологи на випаровування, а головне, економиться енергія і паливо. З іншого боку, за нульового обробітку зростає забур'яненість посівів, порушуються оптимальні фізико-хімічні параметри родючості грунту за посушливих умов, а отже, недобір урожаю. Найбільш гостро постає проблема є високих цін на придбання технічних засобів.

Ефективність вологозберігаючого механізму стерньового агрофону за нульового обробітку здебільшого визначається кількістю і фізичними властивостями рослинних решток, а також потужністю, пористістю і однорідністю мульчувального шару. Тому застосування «No-till» технологій обов'язково потребує створення постійно діючого суцільного мульчувального покриву з мертвих чи живих рослин за рахунок використання побічної продукції попередників, а також покривних (пожнивних, проміжних, сидеральних) культур та спеціальних технічних засобів для подрібнення листостеблової маси і рівномірного розподілу її на поверхні ґрунту.

У деяких регіонах півдня Іспанії, Італії і Греції з низькою кількістю опадів і підвищеною весняною температурою весною нульовий обробіток і постійний рослинний покрив сприяють більш ефективному використанню вологи. На відміну від цього, у північних холодних і перезволожених регіонах Європи виразна водоутримувальна здатність цієї технології, особливо на важких за гранулометричним складом ґрунтах, виглядає як негативний чинник – затримує сівбу і викликає азотне голодування рослин.

Серед застережень, які часто дискредитують нульовий обробіток, можна зазначити підвищення використання хімічних засобів захисту рослин через зростання забур'янення, ураження хворобами. Цей чинник має особливе значення в країнах чутливих і негативно налаштованих до хімізації агровиробництва взагалі. Наприклад, майже всі країни Північної Європи. За нульового обробітку встановлюють моніторинг глибини проникнення пестицидів у нижні горизонти кореневмісного шару, де вони тривалий час не розкладаються і згодом потрапляють у товарну продукцію, а також рівень накопичення мікотоксинів, резистентність та посилення стійкості бур'янів і хвороб до пестицидів.

У зв'язку із загостренням проблем щодо забур'яненості і розвитку хвороб, навіть там, де мінімальний і нульовий обробіток уже з успіхом випробувано, фермери для очищення полів через кожні 4–5 років виконують плужний обробіток. Наприклад, у Данії оранку проводять періодично за мінімальної системи обробітку, в Чехії – за нульового обробітку; обговорюється необхідність використання більш стійких сортів

сільськогосподарських культур, перш за все, пшениці озимої і кукурудзи. У деяких країнах навіть виникає думка про використання за нульової технології генно-модифікованих рослин стійких до гербіцидів суцільної дії (гліфосатів), ураження хворобами і пошкодження шкідниками. Як відомо, генно-модифіковані рослини заборонені в ЄС, тому часто з'являються виклики про доцільність їх використання та перегляду ставлення до них.

Більшість фермерів північних країн Європи негативно налаштовані до заборони спалювання стерні, що не передбачено нульовою технологією. Адже набагато легше з економічної точки зору спалити стерню і знищити при цьому збудників хвороб та личинки шкідників, аніж закуповувати пестициди.

Крім цього, польові культури по-різному реагують на нульовий обробіток. Найбільш сприйнятливими для вирощування за нульовою технологією є пшениця озима, кукурудза і жито, менше підходять ячмінь і інші зернові культури, майже недоцільний нульовий обробіток ґрунту для вирощування цукрових буряків і картоплі. У зв’язку з цим виникає негативний аспект поширення монокультурного землекористування, а в країнах Європи і без того домінує вирощування пшениці озимої, яка займає 50–60% сівозмінних площ. А поширення нульової технології, навпаки, сприяє підвищенню тенденції монокультурності, що небажано для аграрного виробництва.

Для запровадження нульового обробітку в господарствах необхідні спеціальні сівалки прямої сівби під рослинний покрив з можливістю одночасно внести мінеральні добрива, комбайн з подрібнювачем рослинних решток і обладнання для внесення пестицидів. До того ж за наявності переущільнення в підпосівному шарі необхідно мати знаряддя типу чизеля для додаткового обробітку піднасіннєвого шару без порушення рослинного покриву або мульчі. У більшості західних країн усі необхідні технічні і хімічні засоби доступні, причому вони з’явилися у продажу майже одночасно з першими випробовуваннями новітніх технологій. Діюча техніка постійно удосконалюється, адаптується до ґрунтово-кліматичних умов і вирощуваних рослин. У східноєвропейських країнах відповідного обладнання поки що мало і воно менш доступне, особливо для господарств України.

Сівалка для прямого висіву – найважливіший компонент у технології «No-till» порівняно з традиційними технологіями і системами землеробства, заснованими на полицевому основному обробітку грунту. Ринок України представлений досить широким набором засобів механізації – сівалками прямого висіву, які мають різні модифікації, будову і функціональні можливості залежно від умов їх використання.

Сьогоднішній існує дві принципово різні конструкції сівалок прямого висіву:

1) традиційної конструкції (сівалка має компактну будову – бункер для насіння і мінеральних добрив розміщений над сошниками; наприклад Кінзе, Грейт-Плейнз);

2) багатокомпонентні сівалки (бункер для насіння і добрив рознесені в просторі. Сошники кріпляться на рамі окремо від бункера для насіння і мінеральних добрив; наприклад Хорш АТД-9.35).

За способом сівби сівалки розділяють на: 1) розкидні (розміщення насіння без рядків урозкид); 2) стрічкові (розміщення насіння стрічкою), наприклад Хорш АТД-9.35; 3) рядкові (розміщення насіння рядами), наприклад Кінзе, Грейт-Плейнз, Масей Фергюсон.

На сівалки прямого висіву встановлюють наральникові і дискові сошники. Наральникові сошники поділяють на анкерні, кілевидні, долотоподібні, лапові (культиваторні); дискові – на одно- і дводискові. Найбільш універсальними вважаються дводискові сошники в поєднанні з дисковими ножами, які добре проникають у грунт. Водночас така сошникова група не завжди забезпечує надійне копіювання поверхні поля, тому сівалку оснащують опорно-прикочувальними колесами. На відміну від дискових сошників, анкерні якісніше формують насіннєве ложе та борозну, однак вимагають ретельної підготовки грунту, тому їх застосовують за невеликої кількості соломи.

Для мінімальних технологій, які допускають наявність рослинних решток на поверхні поля, застосовують дискові та анкерні сошникові групи з тиском 50–100 кг, а за безпосередньої сівби в необроблений грунт найвищу якість забезпечують сошникові групи з притискним зусиллям більше 100 кг.

Досить поширеними є долотоподібні сошники. Завдяки невеликим розмірам, вони легко проникають у грунт незалежно від наявності рослинних решток на поверхні поля (сівалка DMC Primera).

Кожен сошник для забезпечення якісної сівби повинен мати здатність копіювати поверхню поля. Краще копіюють поверхню сівалки з традиційною компоновкою, гірше – багатокомпонентні сівалки з розміщенням сошників у декілька рядів на жорсткій рамі.

Для покращання якості сівби, незалежно від типу сошників для прямого висіву, кожну висівну секцію обладнують дисковими ножами, прикочувальними колесами та котками різних модифікацій.

Досить важливим елементом у висівній секції сівалки прямого висіву є дискові ножі перед сошниками, які повинні якісно розрізати рослинний покрив і не вдавлювати рослинні рештки в борозенку. В іншому випадку насіння погано контактує з грунтом і нерівномірно укладається за глибиною. Найкращим дисковим ножем (култером) вважають диск із зазубреним або хвилястим краєм, що забезпечує якісне розрізання рослинних решток.

Прикочуючі котки позаду сошника забезпечують надійний контакт насіння з грунтом, але зазначимо, надмірне переущільнення рядка може уповільнити появу сходів і навіть викликати їх загибель. Тому належно підбирають котки та відрегульовують їх тиск на грунт. Оскільки вологий грунт легко ущільнюється, то тиск котків повинен бути мінімальним, а за сівби в сухий грунт, навпаки, необхідне додаткове зусилля для прикочування.

Вирощуючи польові культури за технологією «No-till», враховують принципові технічні відмінності спеціальних сівалок, обладнаних дисковими (Грейт-Плейнз, СДМ-2255, Кінзе, MF-8108) або лаповими (культиваторними) сошниками (АТД-9.35, СТС-6) різних модифікацій. До основних переваг дискових сівалок відносять збереження 90–95% стерні на поверхні поля за

рахунок вузькосмугового (2–4 см) обробітку під час підготовки насіннєвого ложа та низьку вірогідність забивання рослинними рештками, до недоліків – необхідність включення до комплектуючої схеми потужних дискових ножів (култерів). Сівалки з культиваторними сошниками типу Хорш АТД-9.35 ліпше знищують бур'яни та обробляють ґрунт, однак потребують ретельного подрібнення і рівномірного розподілу листостеблової маси попередника.

Неправильний вибір сівалки в поєднанні з іншими помилками в технології «No-till» підвищує ступінь ризиків порівняно з традиційною технологією на основі полицевого та мілкого обробітку ґрунту [3].

Досвід, який накопичено у світі, переконує в тому, що досліджувана технологія, незважаючи на деякі невирішені питання і негативні аспекти, має перспективи в країнах з високоінтенсивним механізованим землеробством, де орні землі переважно деградовані і виснажені. Головні переваги нульового обробітку – в енергозбереженні і ґрунтоохороні.

Опираючись на світовий досвід застосування системи землеробства «No-till», можна визнати, що для України вона є ймовірно перспективною. Але з-за відсутності власних системних експериментів у різних ґрунтово-кліматичних зонах ця технологія сприймається обачливо, а окремі результати виробничих досліджень прямого висіву в степовій зоні не є достатніми для проведення узагальнення і висновків щодо всебічної її оцінки.

Значна частина виробничників в Україні, які придбали сівалки прямого висіву, в останні роки копіюють закордонний досвід і технології системи «No-till», допускаючись при цьому помилок, розчаровуються, часто проводять власні експерименти, використовуючи висівні комплекси після мінімального обробітку і навіть традиційного полицевого. Але це не може вважатися нульовою технологією, яка передбачає обов'язкове використання на поверхні ґрунту постійного рослинного покриву і повне виключення будь-яких обробітків у сівозміні. Відхилення від нульової технології зустрічаються досить часто, і не тільки в Україні. Наприклад, у Канаді після багаторічних трав поле обов'язково обробляють плугом, а попередні і наступні культури вирощують за нульової технології. У північному Китаї кукурудзу вирощують без обробітку поля, а наступну культуру – пшеницю озиму висівають, знову ж таки, після обробітку ґрунту плугом. Саме тому нульову технологію точніше було б називати покривним землеробством, як це прийнято у Франції.

Різноманітність ґрунтових умов, попередників, ступенів забур'яненості, рівнів агротехніки, розподілу природних ресурсів стали причиною неоднозначних, часом суперечливих висновків серед виробничників та науковців стосовно ефективності нульового обробітку ґрунту.

Виходячи з нагальних проблем, перехід від традиційної технології на основі полицевого обробітку до системи «No-till» в Степу України має відбуватися поступово, з урахуванням культури землеробства, типу ґрунтів, матеріально-технічної бази та наукового забезпечення господарств.

На сучасному етапі розвитку аграрного виробництва у світі стрімко розвиваються ідеї точного землеробства. У науковій літературі термін «точне землеробство» має різні трактування, однак у першу чергу – це досконаліша

система аграрного менеджменту, яка передбачає безперервний процес спостереження за основними об'єктами виробничого циклу – грунтом та рослинами – використовуючи новітні електронні засоби, зокрема з космічної навігаційної техніки (GPS) для роботи машинно-тракторних агрегатів та ін.

Значних успіхів у вирішенні технічного забезпечення технологій точного землеробства досягли фірми Amazone, Diadem, Case, Claas, Lely, Rotina та ін. В Україні також є певні результати в розробленні елементів точного землеробства. Як приклад, виготовлено експериментальний зразок ґрунтообробного знаряддя, в основу конструкції якого покладено два основних принципи:

а) сепарація ґрунту після кришення з формуванням оптимального його агрегатного стану в шарі розміщення насіння;

б) узгодження швидкості обертання роторного органа з показниками динамометра. Останній у динамічному режимі визначає опір грунту, тобто реагує на стан його щільності, твердості та вологості, змінюючи відповідним чином швидкість обертання.

Одним із напрямів використання елементів точного землеробства в ланці обробітку грунту є розробка заходів механічного контролю бур'янів у посівах польових культур систем біологічного землеробства, де застосування гербіцидів заборонено. Культиватори обладнують новітніми сенсорними системами визначення індексу біомаси рослин (NDVI), з вибірковим знищенням бур'янів, але без негативного впливу на культурні рослини. Така технологія потребує значних фінансових укладень, тому промислове запровадження її не на часі.

Інтенсивність і широкомасштабність запровадження точного землеробства в ланці обробітку грунту в Україні буде визначатись передусім економічною доцільністю, пропозицією на ринку доступних засобів механізації та спеціалізованого обладнання, а також рівнем підготовки агрономічного персоналу з даного питання.

Отже, ефективне використання тієї чи іншої системи обробітку ґрунту залежить перш за все від стану ґрунтового покриву, вологості ґрунту, кліматичних умов місцевості, соціально-економічного стану країни.

5. Проблеми основного обробітку ґрунту та його завдання в сучасних умовах господарювання

Незважаючи на стрімкий розвиток агротехнологій та поступове зростання інтенсифікації землеробства, тобто широке застосування різноманітних сучасних добрив, пестицидів, меліорантів, заходів боротьби з ерозією ґрунту, надмірного використання машин за індустріальних технологій, основний обробіток ґрунту і надалі буде залишатися фундаментальним базисом будь-якої системи землеробства у вирощуванні польових культур.

Сучасні технології обробітку ґрунту, а саме нові ґрунтообробні агрегати за різних умов застосування (неоднакові ґрунти, кліматичні особливості), не задовольняють високої якості ґрунтообробітку та не цілком вирішують поставлені завдання щодо:

а) ресурсо- та енергозбереження, тобто економія паливно-мастильних матеріалів, колосальної кількості енергії на його проведення, часу, трудових ресурсів, що досягається за рахунок зменшення глибини обробітку ґрунту, використання широкозахватної техніки та комбінованих агрегатів;

б) накопичення вологи та її збереження – одне з найважливіших завдань, особливо в посушливих умовах Степу, яке значно залежить від погодних умов та регулюється мульчувальним обробітком ґрунту;

в) боротьба з ерозійними процесами (водна ерозія, дефляція), яка забезпечується збереженням рослинних решток попередників за максимального проективного покриття ними поверхні ґрунту, особливо на вітроударних силових землях зі слабкими лісосмугами, або за їх відсутності, а також за стрімкого танення снігу наприкінці зими чи навесні;

г) збереження родючості ґрунтів, яке досягається мінімальним обробітком ґрунту за рахунок скорочення мінералізаційних процесів та частково вирішується залишенням рослинних решток попередників як альтернативного джерела поповнення органічної речовини у ґрунті, що покращує мікробіологічні процеси та сприяє природному ґрунтоутворенню;

д) боротьба з бур'янами, шкідниками та хворобами – надто важливе завдання обробітку ґрунту, адже падіння культури землеробства за останні десятиліття в Україні призвело до неконтрольованого підвищення потенційної засміченості ґрунтів в орному шарі вегетативними (150–300 тис. пагонів/га) та насіннєвими (0,5–1,0 млрд шт./га) органами розмноження, а також до збільшення чисельності та розповсюдженості шкідливих об'єктів в агроценозах;

е) створення оптимальних агрофізичних умов ґрунту (щільність, твердість, пористість та аерація ґрунту) для різних польових культур з метою покращання розвитку їх кореневої системи;

є) створення сприятливих умов для висіву насіння польових культур, а саме вирівнювання поверхні поля, розпушування грунту, знищення бур'янів, коткування, формування насіннєвого ложа за нульової технології тощо;

Отже, з огляду на сучасний соціально-економічний стан аграрного виробництва України, постійну зміну земельних відносин, подорожчання матеріальних і енергетичних ресурсів, виникає потреба в регулюванні систем землеробства, у тому числі і системи обробітку ґрунту, перш за все, в бік ресурсо- і енергозбереження шляхом ефективного використання природних біологічних факторів, захисту ґрунтів від ерозії, ефективного внесення помірних доз мінеральних добрив, збереження та накопичення вологи в посушливих умовах, ґрунтозахисних систем обробітку ґрунту тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пашкевич Г. О., Віденко М. Ю. Рільництво племен трипільської культури. Київ, 2006. 143 с.

2. Обробіток ґрунту та наукові основи його мінімалізації. Навч. посіб. / В. О. Єщенко, А. Ф. Головчук, В. А. Слаута, М. В. Калієвський; За ред. В.О.Єщенка. Умань: Видавець «Сочінський», 2011. 308 с.

3. Танчик С. П. No–till і не тільки Сучасні системи землеробства. К.: Юнівест Медіа, 2009. 160 с.

4. Сайко В. Ф., Малієнко А. М. Системи обробітку ґрунту в Україні. К.: ВД «ЕМКО», 2007. 44 с.

5. Гордієнко В. П., Геркіял О. М., Опришко В. П. Землеробство. К.: Вища школа, 1991. 268 с.

6. Шевченко М. В. Системи обробітку ґрунту. *Землеробство*. Вип. 80. К.: ВД «Емко», 2008. С. 33–39.

7. Землеробство. Терміни та визначення понять: ДСТУ 4691:2006. К.: Держспоживстандарт України, 2008. 38 с. (національний стандарт України).

8. Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні: Монографія / за ред. С А. Балюка, Л. Л. Товажнянського. Харків: НТУ «ХПІ», 2010. 460 с.

9. Измаильский А. А. Влажность почвы и грунтовые воды. Полтава, 1894. 323 с.

10. Моргун Ф. Т., Шикула Н. К. Тарарико А. Г. Почвозащитное земледелие. К.: Урожай, 1983. 240 с.

11. Овсинский И. Е. Новая система земледелия . К., 1899. С. 15–31.

12. Сайко В. Ф. Землеробство на шляху до ринку. Київ, К.: Ін-т землеробства УААН, 1997. 46 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ГАЛУЗЕВОЇ СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ, ПРОБЛЕМ ТА ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ РОСЛИННИЦТВА ХЕРСОНЩИНИ

Мельниченко С. Г., Богадьорова Л. М.

Херсонська область є регіоном, де сільське господарство, а особливо рослинницький підкомплекс відіграє одну з ключових ролей в розвитку економічного сектору. Високий розвиток рослинництва на території області зумовлений сприятливими суспільно-географічними та природно-географічними факторами. Як для території України загалом, так і для Херсонщини зокрема, поступове збільшення обсягів виробництва рослинницьких культур стане гарантом не лише продовольчої безпеки країни, але й її економічного піднесення.

Дослідження динаміки розвитку рослинницького підкомплексу, а також його внутрішньогалузевої спеціалізації на локальному, регіональному та національному рівнях дозволить виявити основні внутрішньогалузеві диспропорції на різних територіальних рівнях, що в подальшому може стати ефективним інструментом для вирішення означеної проблеми.

Дослідженням просторово-часових особливостей розвитку рослинницького підкомплексу у складі сільського господарства України загалом, а Херсонської області зокрема, займалося безліч вітчизняних вчених.

Так, дослідженням закономірностей сучасного розвитку галузей рослинництва території Херсонської області присвячено праці таких науковців, як: Аверчев О. В., Аверчева Н.О. [1], Олійник Н. М., Макаренко С. М., Головець Н. О. [8] та ін.

Вивченням галузевого складу рослинництва регіону, рівнем внутрішньогалузевої спеціалізації адміністративно-територіальних одиниць області та територіальними диспропорціями у галузевому складі рослинницького підкомплексу займалися такі вітчизняні вчені, як: Богадьорова Л. М., Мельниченко С. Г. [6], Тільненко А. О. [16], Вожегова Р. А., Димов О. М., Миронова Л. М. [2] та інші.

Економічна ефективність виробництва на локальних та регіональному рівнях Херсонщини досліджена у працях: Самайчука С. І. [10], Миронової Л. М., Димова О. М. [7] та Логвинової М. О. [5].

Проте, наукові напрацювання щодо внутрішньогалузевих диспропорцій рослинницьких галузей Херсонщини та їх передумов, протягом останніх п’яти років майже відсутні. Вивчення означених проблем є доволі перспективним, оскільки у подальшому дасть змогу вирішити наявні проблеми у рослинницькому комплексі області на локальному та регіональному рівнях, а також стане передумовою для забезпечення продовольчої безпеки Херсонщини.

Зернове господарство у рослинництві Херсонщини має першочергове значення. У зв’язку з тим, що в межах регіону виробляється дуже багато зернової продукції, то значна частина означених культур є так званою «експортною статтею», зерновий підкомплекс регіону є дуже важливим та перспективним напрямком рослинництва Херсонщини. Головними

імпортерами зернових є промислово розвинені регіони України та різні країни світу [6].

Херсонська область має сприятливі чинники для розвитку зернового господарства, серед яких слід виділити головні: велика кількість зрошуваних земель у загальній структурі земельного фонду області; сприятливі природно-географічні фактори для вирощування зернових; високорозвинена транспортна інфраструктура; наявність на території області наукових установ з селекційної роботи та близькість регіону до ринків збуту зернових товарів [2].

Найбільш поширеними зерновими культурами області є: жито, пшениця, овес, ячмінь, просо, кукурудза, рис та гречка.

Найбільшого поширення набуло вирощування пшениці. Так, у 2015 році посівні площі пшениці (ярої та озимої) на території регіону становили 498,1 тис. га, а за період до 2019 року вони зменшилися до 483,1 тис. га. Урожайність пшениці теж знизилася: у 2015 р. – 32,4 з 1 га/ц, а в 2019 – 29 з 1 га/ц (*табл. 1*).

Стосовно інших зернових культур, то їх динаміка така (*табл. 1*):

1. Жито: у період 2015–2019 рр. спостерігається зменшення посівної площі з 2,7 тис. га до 1,5 тис. га, проте ми бачимо що підвищується урожайність – якщо у 2015 році вона становила 18,9 з 1 га/ц, то в 2019 році вже 20,1 з 1 га/ц;

2. Ячмінь (озимий та ярий): за період 2015 – 2019 рр. відбувається зменшення посівної площі і водночас підвищення урожайності. Так площа посівів становить 216,2 тис. га у 2015 році і 193,6 тис. га у 2019 році – а отже скорочення на 22, 6 тис. га; а урожайність – 27,45 з 1 га/ц і 33,15 з 1 га/ц відповідно;

3. Овес, за принципом «було – стало»: посівна площа – 2,6 тис. га і 1,3 тис. га, а врожайність – 14,9 з 1 га/ц і 18,2 з 1 га/ц відповідно;

4. Кукурудза – за період 2015 – 2019 рр. відбувається збільшення посівної площі (35,3 тис. га і 44,1 тис. га відповідно) та підвищення урожайності (з 57 з 1 га/ц до 83,3 з 1 га/ц);

5. Просо – зменшення площі посівів та підвищення урожайності у 2015 – 2019 рр.: 9,3 тис. га і 7,7 тис. га та 15,5 з 1 га/ц і 19,6 з 1 га/ц відповідно;

6. Гречка: посівна площа у 2015 році – 0,5 тис. га, а в 2019 – 0,6 тис га; урожайність у 2015 році – 9,1 з 1 га/ц, у 2019 – 12,3 з 1 га/ц;

7. Рис: у період 2015–2019 рр. зменшення посівної площі – з 7,5 тис. га до 5,8 тис. га та підвищення врожайності з 52,8 з 1 га/ц до 53,4 з 1 га/ц.

Стосовно зерновобобових культур, то ми виявили тенденцію до збільшення посівної площі та зменшення врожайності (*табл. 1*). Згідно статистичних даних, загальна посівна площа у 2015 році становила 1383,4 тис. га, і з неї на зернові і зерновобобові становили 782,4 тис. га, тобто більше половини від загальної структури посівів [6].

Таблиця 1

Динаміка посівної площі та врожайності зернових та зерновобобових культур в Херсонській області 2015–2019 роках

Культури зернові і зерновобобові	Роки									
	2015		2016		2017		2018		2019	
	посівна площа, тис. га	урожайність, з 1 га/ц	посівна площа, тис. га	урожайність, з 1 га/ц	посівна площа, тис. га	урожайність, з 1 га/ц	посівна площа, тис. га	урожайність, з 1 га/ц	посівна площа, тис. га	урожайність, з 1 га/ц
пшениця (озима та яра)	498,1	32,4	362,4	31,5	471	30,15	472,9	27,0	483,1	29,0
Жито	2,7	18,9	1,6	22,6	2,6	18,2	1,6	20,9	1,5	20,1
ячмінь (озимий та ярий)	216,2	27,45	223,5	27,0	185,9	27,0	157,9	26,55	193,6	33,15
Овес	2,6	14,9	2,3	19,1	1,4	20,2	1,5	12,3	1,3	18,2
кукурудза на зерно	35,3	57,0	40,9	65,0	45,1	66,2	41,1	71,0	44,1	83,3
Просо	9,3	15,5	12,1	18,5	7,1	17,8	5,3	11,7	7,7	19,6
Гречка	0,5	9,1	0,7	10,8	1,0	9,2	0,4	9,8	0,6	12,3
Рис	7,5	52,8	7,6	54,2	7,9	52,3	7,7	57,7	5,8	53,4
культури зерновобобові	4,6	27,4	5,3	34,1	10,9	24,3	18,5	11,4	10,8	20,2

Складено авторами за [11–15]

У процесі дослідження нами було розраховано коефіцієнт спеціалізації районів Херсонщини на вирощуванні зернових і зерновобобових культур та проведено відповідне групування (*рис. 1*):

1. Ктл > 1: Білозерський, Бериславський, Верхньорогачицький, Високопільський, Великоолександрівський, Генічеський, Іванівський, Каланчацький, Нововоронцовський, Нижньосірогозький райони та місто Херсон;

2. Ктл < 1: Голопристанський, Горностаївський, Великолепетиський, Новотроїцький, Каховський, Скадовський, Олешківський, Чаплинський райони та м. Каховка, м. Гола Пристань, м. Нова Каховка.

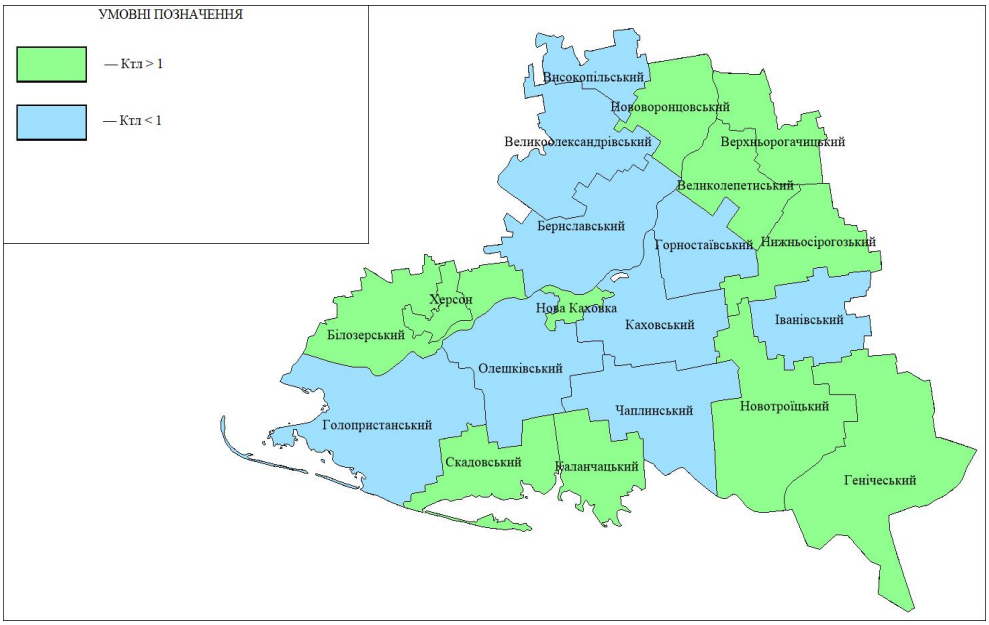


Рис. 1. Спеціалізація адміністративних одиниць Херсонської області на вирощуванні зернових і зерновобобових культур у 2015 році

Розроблено авторами за [11]

Отже, ми виявили, що у 2015 році на вирощуванні зернових та зерновобобових культур спеціалізується 11 адміністративних одиниць Херсонської області.

До 2019 року райони спеціалізації у просторовому відношенні дещо змінилися (*рис. 2*). Загальна посівна площа під зерновими і зерновобобовими культурами порівняно з 2015 роком зменшилася на 325,6 тис. га і склала 456,8 тис. га.

Так, у 2015 році було виділено наступні райони (*рис. 2*):

1. Райони спеціалізації (Ктл > 1): Білозерський, Великолепетиський, Верхньорогачицький, Геніческий, Каланчацький, Нижньосірогозький, Нововоронцовський, Новотроїцький, Скадовський, м. Нова Каховка та м. Херсон;

2. Райони, де спеціалізація на вирощуванні зернових та зерновобобових культур відсутня: (Ктл < 1) Бериславський, Великоолександрівський, Високопільський, Голопристанський, Горностаївський, Іванівський, Каховський, Олешківський та Чаплинський.

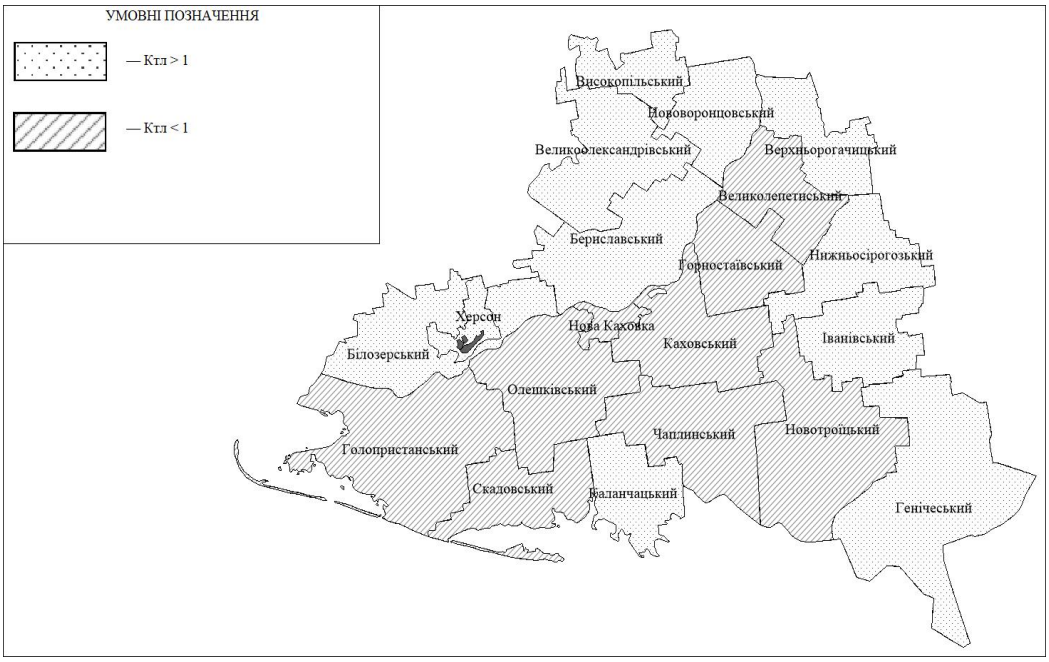


Рис. 2. Спеціалізація адміністративних одиниць Херсонської області на вирощуванні зернових і зерновобобових культур у 2019 році

Розроблено авторами за [15]

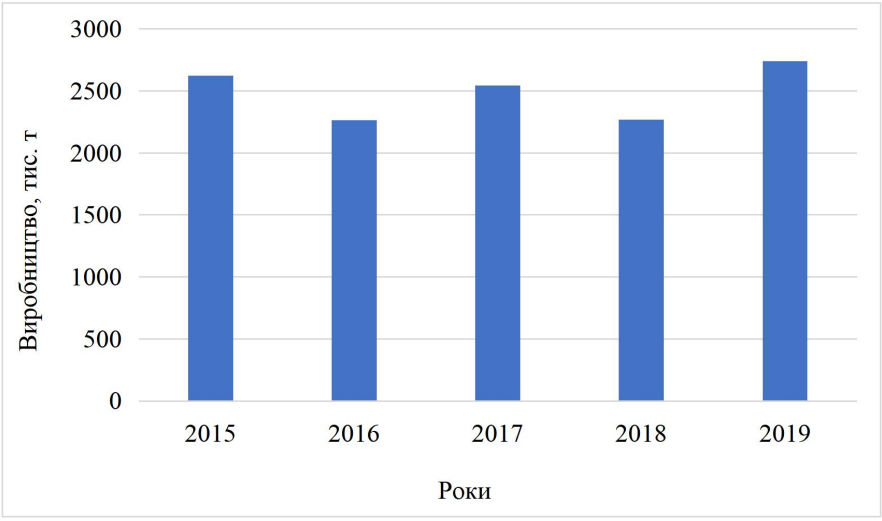


Рис. 3. Динаміка виробництва зернових і зерновобобових культур в Херсонській області у 2015–2019 роках

Складено авторами за [11–15]

Незважаючи на стрімке зменшення посівних площ під зерновими та зерновобобовими культурами, їх виробництво за період 2015–2019 рр. збільшилося (*рис. 3*). Так, у 2015 році виробництво на Херсонщині становило 2621,9 тис. т, а до 2019 року збільшилося до 2739, 7 тис. т. Це пов’язано перш

за все з тим, що напротязі цих років значно підвищилася урожайність культур, завдяки чому з меншої площі почали збирати більше урожаю.

Виробництво за категоріями виробників теж зазнало деяких змін. У період 2015–2019 рр. ми виявили, що на підприємствах виробництво збільшується, а в господарствах населення, навпаки – зменшується (*табл. 2*). Це свідчить про те, що на підприємствах умови для виробництва є сприятливішими, ніж у господарствах населення.

Отже, серед усіх рослинницьких галузей Херсонщини, зернове виробництво набуло найбільшого розвитку. Динаміка його розвитку показує нам, такі тенденції: зменшення загальної площі посівів; зміна районів спеціалізації на вирощуванні; підвищення урожайності зернових культур та підвищення зерновиробництва [6].

Таблиця 2

Динаміка виробництва зернових і зерновобобових культур підприємствами та господарствами населення Херсонщини у 2015-2019 роках

Рік	2015	2016	2017	2018	2019
Підприємства					
культури зернові та зерновобобові, тис. т	1574	1390,7	1524,9	1434,7	1836,2
Господарства населення					
культури зернові та зерновобобові, тис. т	1047,9	871,7	1020,5	833	903,5

Складено авторами за [11–15]

Таким чином, для покращення зернового комплексу Херсонщини, оптимальними напрямками інтенсифікації виробництва є [6]:

- запровадження новітніх технологій вирощування зернових і зерновобобових культур;
- біологізація виробництва за рахунок розвитку галузей тваринництва, які є основними виробниками органічних добрив;
- фінансова підтримка галузі з місцевого бюджету;
- селекційна та науково-дослідницька діяльність у напрямку зерновиробництва;
- відтворення родючості грунтів.

Технічні культури мають велике народногосподарське значення. Їх використовують в крохмале-патоковій, харчовій, хімічній, медичній, парфумерній та інших галузях промисловості [9].

На території Херсонщини найбільшого поширення набули такі технічні культури, як: соняшник, соя та ріпак.

Соняшник є однією з основних олійних культур в Україні та найпоширенішою технічною культурою на Херсонщині. Вміст олії в соняшнику складає приблизно 56 відсотків. 98% від загального виробництва олії в нашій державі припадає саме на соняшникову олію, що говорить про те, що дана культура відіграє одну з провідних ролей у формуванні вітчизняних кормових і продовольчих ресурсів. За статистичними даними, протягом

останніх років саме від соняшнику та зернових культур підприємства України отримали найбільше прибутку [4].

Таблиця 3

Динаміка посівної площі та врожайності технічних культур в Херсонській області 2015–2019 роках

Технічні культури	Роки									
	2015		2016		2017		2018		2019	
	посівна площа, тис. га	урожайність, з 1 га/ц	посівна площа, тис. га	урожайність, з 1 га/ц	посівна площа, тис. га	урожайність, з 1 га/ц	посівна площа, тис. га	урожайність, з 1 га/ц	посівна площа, тис. га	урожайність, з 1 га/ц
Соняшник	284,7	16,2	378,4	16,0	350,6	14,0	337,4	16,2	343,5	18,2
ріпак	33,9	18,1	24,5	24,3	51,3	25,2	63,4	23,5	87,6	22,0
Соя	94,6	33,3	96,9	36,1	115,0	29,7	107,8	32,5	79,7	34,1

Складено авторами за [11–15]

З *табл. 3* ми бачимо, що протягом 2015–2019 рр. посівна площа та врожайність соняшнику має тенденцію до збільшення. Так, у 2015 році на посівну площу під соняшником припало 284,7 тис. га, а врожайність склала 16,2 з 1 га/ц. У 2019 ж році посівні площі соняшнику зросли до 343,5 тис. га, а врожайність – до 18,2 з 1 га/ц. Урожайність соняшнику у 2019 році була високою по всіх адміністративно-територіальних одиницях Херсонщини (*рис. 4*), з найбільшими показниками у: м. Нова Каховка, Каховському, Іванівському та Чаплинському районах.

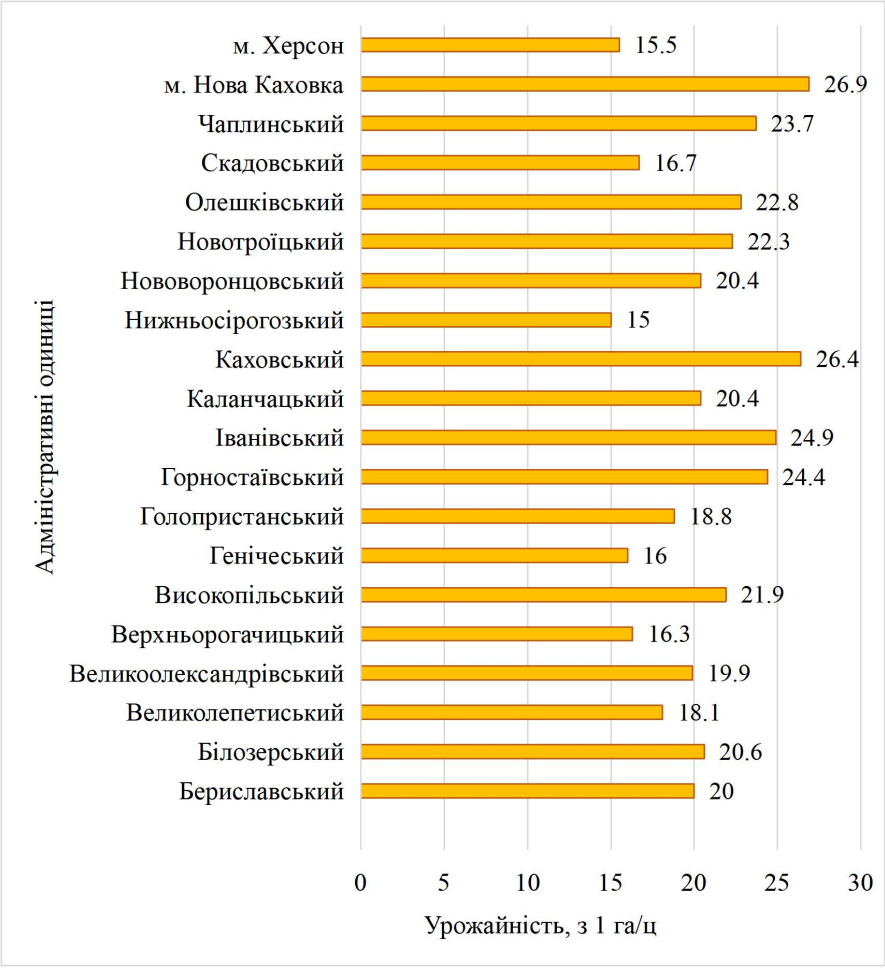


Рис. 4. Врожайність соняшнику по адміністративних одиницях Херсонської області у 2019 році

Складено авторами за [15]

Іншою, поширеною на території Херсонської області технічною культурою є ріпак. З нього виготовляють олію, яка широко використовується в консервній, кондитерській та харчовій промисловості.

У період з 2015 по 2019 рр. посівні площі та урожайність ріпаку значно зросла. У 2015 році посівні площі під ріпаком становили 33,9 тис. га, а врожайність – 18,1 з 1 га/ц; а в 2019 році посівна площа – 87,6 тис. га, а врожайність – 22 з 1 га/ц (*табл. 4*).

Таблиця 4

Технічні культури по адміністративних одиницях Херсонської області у 2015 році

Адміністративні одиниці	Загальна посівна площа, тис. га	Посівна площа технічних культур, тис. га	Частка, у %	Ктл
Всього	1383,4	433,3	31,321	
Бериславський	86,2	22,9	26,566	0,8

Білозерський	86,4	21,2	24,537	0,8
Великолепетиський	65,7	20,6	31,355	1
Великоолександрівський	90,9	31,5	34,653	1,1
Верхньорогачицький	53	14,5	27,358	0,9
Високопільський	48,5	17,2	35,464	1,1
Генічеський	105,3	28	26,591	0,8
Голопристанський	90,1	24	26,637	0,9
Горностаївський	66,6	29,1	43,694	1,4
Іванівський	67,5	23,7	35,111	1,1
Каланчацький	36,1	11,3	31,302	1
Каховський	99	46,2	46,667	1,5
Нижньосірогозький	77,6	21,1	27,191	0,9
Нововоронцовський	61,1	16,5	27,005	0,9
Новотроїцький	114,8	44	38,328	1,2
Олешківський	70,8	10,9	15,395	0,5
Скадовський	51,1	13,1	25,636	0,8
Чаплинський	97,9	34,6	35,342	1,1
м. Гола пристань	0,5	0	0	0
м. Каховка	0,3	0	0	0
м. Нова Каховка	3,4	1,1	32,353	1
м. Херсон	10,6	1,8	16,981	0,5

П*римітка*: 0 – явища відсутні
Складено авторами за [11]

До технічних культур Херсонщини також відносять сою, яка у 2015–2019 роках має тенденцію до зменшення. Так, посівні площі сої у 2015 році становили 94,6 тис. га, а в 2019 році – 79,7 тис. га; врожайність дещо збільшилася – 33,3 з 1 га/ц і 34,1 з 1 га/ц відповідно (*табл. 3*).

У процесі дослідження, ми виявили, що у 2015–2019 роках райони спеціалізації технічних культур дещо змінилися.

У 2015 році (*табл. 4*) це були:

3. Ктл > 1: Великолепетиський, Великоолександрівський, Високопільський, Горностаївський, Каланчацький, Каховський, Новотроїцький, Чаплинський райони та м. Нова Каховка;

4. Ктл < 1: Бериславський, Білозерський, Верхньорогачицький, Генічеський, Голопристанський, Нижньосірогозький, Нововоронцовський, Олешківський, Скадовський райони та м. Херсон (*рис. 5*).

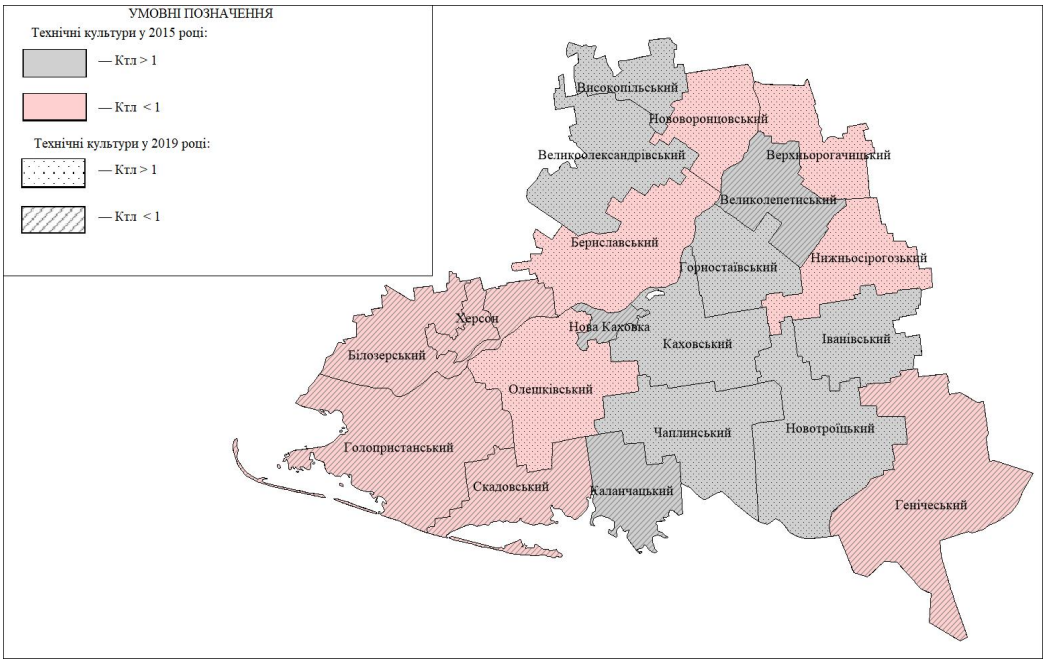


Рис. 5. Спеціалізація адміністративних одиниць Херсонської області на вирощуванні технічних культур у 2015 та 2019 роках

Складено авторами за [табл. 3 і табл. 4]

У 2019 році стали (*табл. 5*):

1. Ктл > 1: Бериславський, Великоолександрівський, Верхньорогачицький, Високопільський, Горностаївський, Іванівський, Каховський, Нижньосірогозький, Нововоронцовський, Новотроїцький, Олешківський та Чаплинський райони;

2. Ктл < 1: Білозерський, Великолепетиський, Генічеський, Голопристанський, Каланчацький, Скадовський райони та м. Нова Каховка і М. Херсон (*рис. 5*).

Таблиця 5

Технічні культури по адміністративних одиницях Херсонської області у 2019 році

Адміністративні одиниці	Загальна посівна площа, тис. га	Посівна площа технічних культур, тис. га	Частка, у %	Ктл
Всього	869	387,4	44,58	
Бериславський	61,8	30,2	48,87	1,1
Білозерський	49,8	17,3	34,74	0,8
Великолепетиський	41,2	16,8	40,78	0,9
Великоолександрівський	54,7	25,7	46,98	1,1
Верхньорогачицький	21,1	9,2	43,6	1
Високопільський	27,6	13,7	49,64	1,1
Генічеський	70,7	27,2	38,47	0,9
Голопристанський	46	18,3	39,78	0,9
Горностаївський	41,9	23,2	55,37	1,2

Іванівський	31,2	16,1	51,6	1,2
Каланчацький	35,5	9,7	27,32	0,6
Каховський	85,8	43,3	50,47	1,1
Нижньосірогозький	46,6	21,4	45,92	1
Нововоронцовський	30,7	13,7	44,63	1
Новотроїцький	86,9	37,2	42,81	1
Олешківський	30,1	15,2	50,5	1,1
Скадовський	20,4	6,8	33,33	0,7
Чаплинський	75	38,3	51,07	1,1
м. Гола пристань	1,2	-	-	-
м. Каховка	0	0	0	0
м. Нова Каховка	4,6	1,6	34,78	0,8
м. Херсон	6,2	1,8	29,03	0,7

Примітка: 0 – явища відсутні; - дані не оприлюднюються.
Складено авторами за [15]

Таким чином, ми бачимо що виробництво технічних культур, а особливо соняшнику, має тенденцію до збільшення. У перспективі вирощування технічних культур може стати провідною галуззю рослинництва Херсонщини.

Вирощування кормових культур є дуже важливим, оскільки воно є кормовою основою для тваринницької галузі. Ґрунтово-кліматичні та соціально-економічні умови регіону вцілому сприятливі для вирощування технічних культур.

Таблиця 6

Динаміка посівної площі та врожайності кормових культур в Херсонській області у 2015–2019 роках

Культури кормові	Роки									
	2015		2016		2017		2018		2019	
	посівна площа, тис. га	урожайність, з 1 га/ц	посівна площа, тис. га	урожайність, з 1 га/ц	посівна площа, тис. га	урожайність, з 1 га/ц	посівна площа, тис. га	урожайність, з 1 га/ц	посівна площа, тис. га	урожайність, з 1 га/ц
коренеплоди кормові	2,9	126	2,8	130,0	3,0	227,0	3,1	225,3	5,1	224,3
кукурудза кормова	8,0	159	8,1	133,3	8,0	205,8	7,8	225,2	7,5	231,0
трави однорічні	42,2	59,0	41,0	64,3	40,3	56,4	40,3	59,4	39,3	58,8
трави багаторічні	17,5	53,3	16,4	56,2	16,1	53,3	14,4	58,3	14,0	55,5

Складено авторами за [11–15]

На території Херсонської області поширені такі види кормових культур, як: однорічні і багаторічні трави, кормові коренеплоди та кормова кукурудза. У загальній посівній площі кормових культур у 2015–2019 роках простежується тенденція до зменшення, проте їх урожайність протягом останніх п’яти років зросла майже вдвічі (*табл. 6*):

- коренеплоди кормові: у 2015–2019 рр. динаміка до збільшення посівної площі (2,9 тис. га і 5,1 тис. га відповідно); та збільшення урожайності – якщо у 2015 році вона становила 126 з 1 га/ц, то в 2019 році – вже 224,3 з 1 га/ц;
- кукурудза кормова: її посівна площа у 2015 році складала 8 тис. га, а в 2019 році зменшилася до 7,5 тис. га. Урожайність же, як і в кормових коренеплодів збільшилася майже у два рази – у 2015 р. було159 з 1 га/ц, а в 2019 р. стало 231 з 1 га/ц;
- однорічні трави: у період з 2015 по 2019 роки спостерігається зменшення посівної площі з 42,2 тис. га до 39, 3 тис. га та зменшення урожайності з 59 з 1 га/ц до 58,8 з 1 га/ц;
- багаторічні трави: зменшення посівної площі (з 17,5 тис. га до 14 тис. га) та підвищення рівня урожайності (з 53,3 з 1 га/ц до 55,5 з 1 га/ц).

У процесі дослідження нами було розраховано частку посівів технічних культур та коефіцієнт спеціалізації адміністративних одиниць Херсонщини на вирощуванні відповідних культур (*табл. 7*).

Таблиця 7

Технічні культури по адміністративних одиницях Херсонської області у 2015 році

Адміністративні одиниці	Загальна посівна площа, тис. га	Посівна площа кормових культур, тис. га	Частка, у %	Ктл
Всього	1383,4	76,7	5,5443	
Бериславський	86,2	6,9	8,0046	1,4
Білозерський	86,4	3,8	4,3981	0,8
Великолепетиський	65,7	7,2	10,959	2
Великоолександрівський	90,9	4,4	4,8405	0,9
Верхньорогачицький	53	3	5,6604	1
Високопільський	48,5	2,1	4,3299	0,8
Генічеський	105,3	5	4,7483	0,9
Голопристанський	90,1	2,9	3,2186	0,6
Горностаївський	66,6	2,4	3,6036	0,7
Іванівський	67,5	2,1	3,1111	0,6
Каланчацький	36,1	2,4	6,6482	1,2
Каховський	99	3,4	3,4343	0,6
Нижньосірогозький	77,6	3	3,866	0,7
Нововоронцовський	61,1	2,5	4,0917	0,7
Новотроїцький	114,8	2,5	2,1777	0,4
Олешківський	70,8	5,2	7,3446	1,3
Скадовський	51,1	0,6	1,1742	0,2
Чаплинський	97,9	16,9	17,263	3,1
м. Гола пристань	0,5	0	0	0
м. Каховка	0,3	0	0	0
м. Нова Каховка	3,4	0	0	0
м. Херсон	10,6	0,4	3,7736	0,7

Примітка: 0 – явища відсутні

Складено авторами за [11]

За результатами розрахунків було виділено райони спеціалізації на вирощуванні технічних культур, і ті, які не спеціалізуються на вирощуванні відповідних культур (*рис. 6*):

1. Райони спеціалізації (Ктл **> 1)**: Бериславський, Великолепетиський, Верхньорогачицький, Каланчацький, Олешківський та Чаплинський;

2. Райони, де спеціалізація на вирощуванні технічних культур відсутня (Ктл **<** 1**):** Білозерський, Великоолександрівський, Високопільський, Генічеський, Голопристанський, Горностаївський, Іванівський, Каховський, Нижньосірогозький, Нововоронцовський, Новотроїцький, Скадовський райони та м. Херсон.

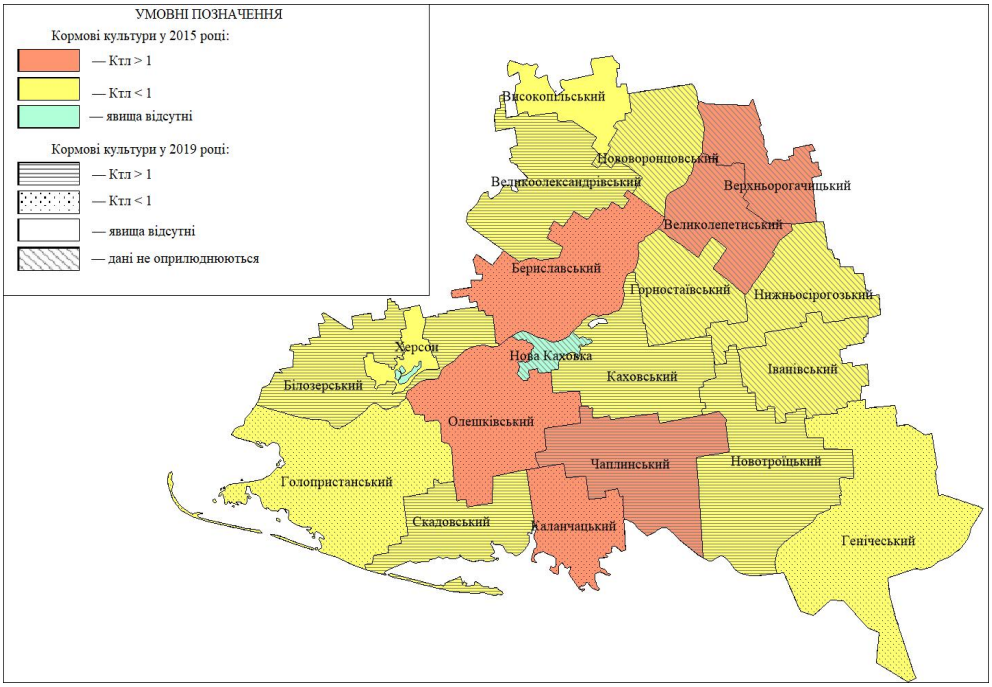


Рис. 6. Спеціалізація адміністративних одиниць Херсонської області на вирощуванні технічних культур у 2015 та 2019 роках

Розроблено авторами за [табл. 7 та табл. 8]

Таблиця 8

Технічні культури по адміністративних одиницях Херсонської області у 2019 році

Адміністративні одиниці	Загальна посівна площа, тис. га	Посівна площа кормових культур, тис. га	Частка, у %	Ктл
Всього	869	11	1,2658	
Бериславський	61,8	0,1	0,1618	0,1
Білозерський	49,8	1,6	3,2129	2,5
Великолепетиський	41,2	-	-	-
Великоолександрівський	54,7	1,7	3,1079	2,4
Верхньорогачицький	21,1	-	-	-
Високопільський	27,6	0	0	0

Генічеський	70,7	0,4	0,5658	0,4
Голопристанський	46	0,1	0,2174	0,2
Горностаївський	41,9	-	-	-
Іванівський	31,2	_	-	-
Каланчацький	35,5	0,3	0,8451	0,7
Каховський	85,8	1,1	1,2821	1
Нижньосірогозький	46,6	_-	-_	-_
Нововоронцовський	30,7	-	-	-
Новотроїцький	86,9	1,7	1,9563	1,5
Олешківський	30,1	0,1	0,3322	0,3
Скадовський	20,4	0,6	2,9412	2,3
Чаплинський	75	2,5	3,3333	2,6
м. Гола пристань	1,2	0	0	0
м. Каховка	0	-	-	-
м. Нова Каховка	4,6	-	-	-
м. Херсон	6,2	0	0	0

Примітка: 0 – явища відсутні; - дані не оприлюднюються
Складено авторами за [15]

До 2019 року райони спеціалізації у просторовому відношенні дещо змінилися (*табл. 8*). Так, у 2015 році було виділено наступні райони (*рис. 6*):

1. Райони спеціалізації (Ктл > 1): Білозерський, Великоолександрівський, Каховський, Новотроїцький, Скадовський та Чаплинський райони;

2. Райони, де спеціалізація на вирощуванні технічних культур відсутня: Бериславський, Геніческий, Голопристанський, Каланчацький та Олешківський райони.

Таким чином, ми бачимо, що у галузевому складі рослинництва Херсонської області кормові культури найменше поширені і на їх вирощуванні спеціалізується невелика кількість районів регіону як у 2015 р., так і в 2019 році.

Проте, для нормального функціонування продовольчого сектору області та для розвитку тваринницьких галузей, виробництво кормових культур потрібно нарощувати.

Херсонська область посідає провідне місце серед регіонів України за обсягами виробництва *овочевих культур.* Значна мережа зрошувальних каналів та кліматично-ґрунтові умови більшості районів області сприятливі для вирощування баштанних та овочевих культур. У відсотковому співвідношенні, на овоче-баштанні культури в Україні припадає близько 2 % посівних площ, тоді як на Херсонщині аж 8 % [3].

Картопля є однією з найважливіших та найпоширеніших бульбоплідних рослин на території області. Вона є водночас технічною, кормовою та продовольчою культурою [9].

За статистичними даними Головного управління статистики в Херсонській області, ми бачимо що у часовому проміжку 2015–2019 рр., посівні площі під картоплею дещо зменшилися, проте підвищилася її врожайність [табл. 9]. Так, у 2015 році посівна площа становила 23,5 тис. га, а

урожайність – 121 з 1 га/ц; у 2019 році урожайність підвищилася до 116 з 1 га/ц, а посівна площа зменшилася до 22,1 тис. га.

Найбільшого поширення виробництво картоплі набуло на підприємствах Херсонщини: у 2015 році воно становило – 221,8 тис. ц, а в 2019 – збільшилося до 223,6 тис. ц.

Щодо овочевих культур, то у період 2015–2019 рр., тут спостерігається така ж само динаміка, як і в картоплі: зменшення посівної площі, збільшення врожайності, поширення на підприємствах (*табл. 9*).

Таблиця 9

Динаміка посівної площі та врожайності овоче-баштанних культур в Херсонській області 2015–2019 роках

Картопля та овоче-баштанні культури	Роки									
	2015		2016		2017		2018		2019	
	посівна площа, тис. га	урожайність, з 1 га/ц	посівна площа, тис. га	урожайність, з 1 га/ц	посівна площа, тис. га	урожайність, з 1 га/ц	посівна площа, тис. га	урожайність, з 1 га/ц	посівна площа, тис. га	урожайність, з 1 га/ц
Картопля	23,5	121	23,6	118	24,4	110	23,9	119	22,1	116
Овоче-баштанні культури	39,6	301	39,6	313	29,8	304	39,6	316	39,3	322

Складено авторами за [11–15]

Райони спеціалізації у 2015 році: Голопристанський, Каховський, Олешківський та Скадовський райони; міста- м. Гола Пристань, м. Каховка, м. Нова Каховка та м. Херсон (*рис. 7*).

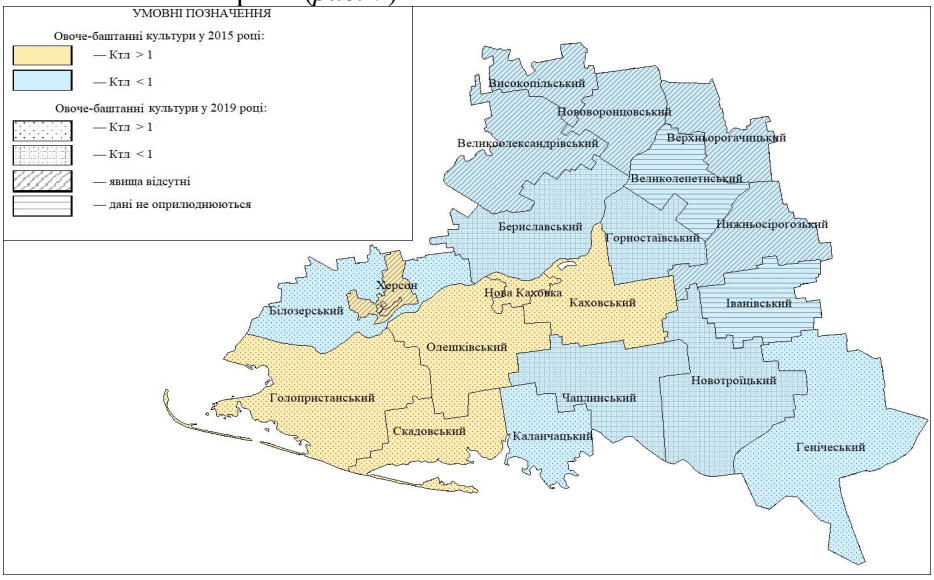


Рис. 7. Спеціалізація адміністративних одиниць Херсонської області на вирощуванні овоче-баштанних культур у 2015 та 2019 роках

Розроблено авторами за [табл. 9]

Райони спеціалізації на виробництві овоче-баштанних культур у 2019 році дещо змінилися: Білозерський, Генічеський, Голопристанський, Каланчацький, Каховський, Олешківський та Скадовський райони та м. Нова Каховка.

Таким чином, ми бачимо що головними факторами, які впливають на спеціалізацію районів на виробництві овочевих та баштанних культур є: близькість до ринків збуту (в тому числі і приміська зона); наявність зрошувальних земель та наявність переробних підприємств.

Плодово-ягідні культури на території Херсонщини є найменш поширеними і набули розвитку лише в окремих районах та містах.

У динаміці 2015–2019 рр., посівна площа культур зменшилася з 9,2 тис. га до 9,1 тис. га; урожайність теж знизилася з 85,2 з 1га ц до 69,1 з 1 га/ц (*табл. 10*).

Таблиця 10

Динаміка посівної площі та врожайності плодово-ягідних культур та винограду в Херсонській області у 2015–2019 роках

	Роки									
	2015		2016		2017		2018		2019	
	посівна площа, тис. га	урожайність, з 1 га/ц	посівна площа, тис. га	урожайність, з 1 га/ц	посівна площа, тис. га	урожайність, з 1 га/ц	посівна площа, тис. га	урожайність, з 1 га/ц	посівна площа, тис. га	урожайність, з 1 га/ц
Культури плодові та ягідні	9,2	85,2	9,1	76	9,2	78,7	9,1	87,8	9,1	69,1
Виноград	5,5	77,2	5	75,5	4,9	89,4	4,9	82,5	4,7	49,4

Складено авторами за [11–15]

З *рис. 8* ми бачимо, що виробництво плодово-ягідних культур на території Херсонщини набуло поширення лише в таких районах та містах: Бериславський, Білозерський, Верхньорогачицький, Високопільський, Генічеський, Голопристанський, Іванівський, Каланчацький, Каховський, Нововоронцовський, Олешківський, Чаплинський, м. Нова Каховка та м. Херсон.

Виробництво винограду у часовому проміжку 2015–2019 рр. теж суттєво знизилося. Так посівна площа зменшилася з 5,5 тис. га до 4,7 тис. га, а врожайність – з 77,2 з 1 га/ц до 49,4 з 1 га/ц (*табл. 10*).

Виробництво винограду набуло поширення на підприємствах області, основними районами, де виробляли виноград у період 2015–2019 рр., є: Бериславський, Білозерський, Генічеський, Голопристанський, Горностаївський, Каланчацький, Каховський, Олешківський, Чаплинський і міста Нова Каховка та Херсон.

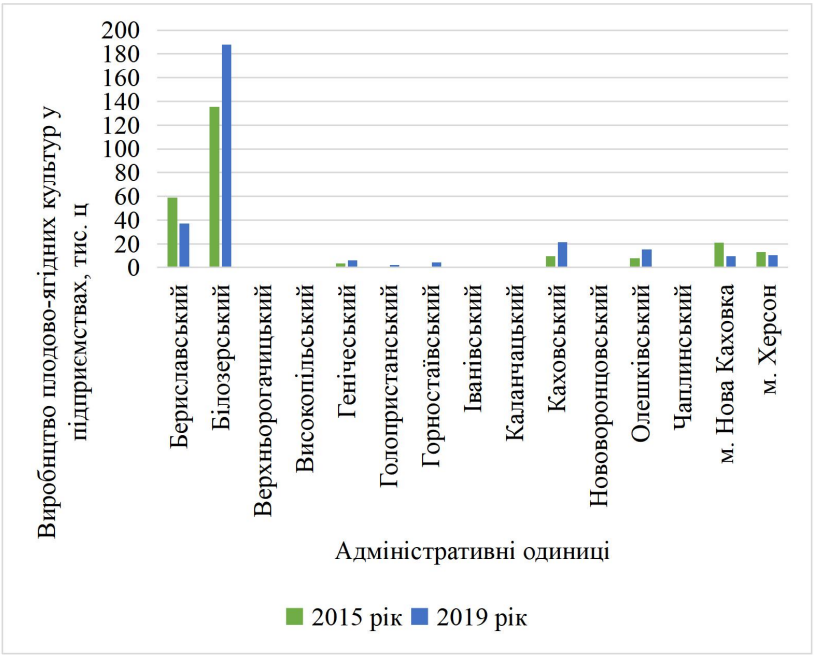


Рис. 8. Динаміка виробництва плодово-ягідних культур у підприємствах Херсонщини у 2015 та 2019 роках

Складено авторами за [11–15]

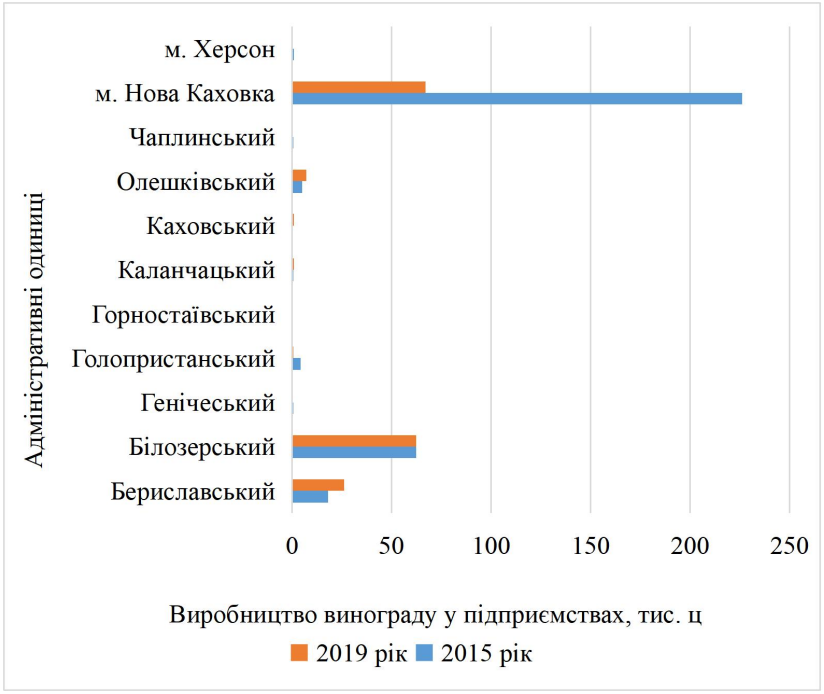


Рис. 9. Динаміка виробництва винограду у підприємствах Херсонщини у 2015 та 2019 роках

Складено авторами за [11–15]

Таким чином, аграрне виробництво є провідним в економічному секторі Херсонської області. Провідну роль в аграрному секторі Херсонщини займає рослинницький комплекс. Рослинництво регіону представлено виробництвом: зернових і зерновобобових культур, технічних культур, кормових культур, овочевих та плодово-ягідних культур. У галузевому складі, найбільшого поширення на території регіону набуло виробництво зернових та технічних культур.

В умовах економічної нестабільності населення Херсонщини займається виробництвом усіх видів сільськогосподарських культур як засобом самозабезпеченням. Проте, товарним виробництвом повинні займатися великі спеціалізовані сільськогосподарські підприємства, або дрібнотоварний сектор має об'єднуватися в кооперативи чи асоціації, хоча цей досвід для малих товаровиробників області маловірогідний, через високі ризики такого господарювання, недовіру дрібних товаровиробників до державних і громадських інституцій.

У зв’язку з реформуванням аграрного сектору, рослинництво зіткнулося з низкою проблем, таких як:

- недосконала нормативно-правова база аграрного сектору;
- нераціональне використання земель сільськогосподарського призначення та їх деградація;
- низька частка інвестицій в рослинницький комплекс регіону;
- незахищеність вітчизняних товаровиробників, низька частка надання кредитів сільськогосподарським виробникам рослинницької продукції;
- низька частка зрошуваних земель у загальній частці земель сільськогосподарського призначення;
- нестабільна кон’юнктура ринку;
- застаріла матеріально-технічна база та ін.

Для вирішення означених проблем, необхідно:

1. урегулювати на законодавчому рівні виробничу діяльність суб’єктів аграрного виробництва, зокрема рослинницького сектору;
2. створити «привабливе» інвестиційне середовище рослинницького підкомплексу, для того, щоб привертати увагу вітчизняних та іноземних інвесторів;
3. оновити матеріально-технічну базу сільського господарства;
4. забезпечити кредитування сільськогосподарських товаровиробників.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аверчев О. В., Аверчева Н. О. Сучасний стан та перспективи розвитку галузі рослинництва в Херсонській області. *Вісник аграрної науки Причорномор’я.* 2014. № 4 (81). С. 27–34.

2. Вожегова Р. А., Димов О. М., Миронова Л. М. Перспективи розвитку зернової галузі в Херсонській області. *Зрошуване землеробство.* 2012. № 57. С. 3–14.

3. Галат Л. М. Фактори та тенденції розвитку овочівництва в Херсонській області. *Агросвіт.* 2019. № 22. С. 9–18.

4. Крестьянінова В. В. Динаміка виробництва насіння соняшнику в Херсонській області. *Таврійський науковий вісник.* 2002. № 26. С. 157–159.

5. Логвинова М. О. Рентабельність сільського господарства Харківської області як показник його економічної ефективності. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Географічні науки.* 2018. № 8. С. 84–91.

6. Мельниченко С. Г., Богадьорова Л. М., Маркелюк А. В. Просторово-часові зміни у вирощуванні зернових та зерновобобових культур на Херсонщині. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології.* 2021. № 35. С. 140–150.

7. Миронова Л. М., Димов О. М. Економічна ефективність виробництва продукції рослинництва на зрошуваних землях Південного регіону. *Зрошуване землеробство.* 2011. № 55. С. 115–121.

8. Олійник Н. М., Макаренко С. М., Головець Н. О. Оцінка сучасного стану галузі рослинництва південного регіону України та перспективи її розвитку. *ІІІ Міжнародна науково-практична конференція Економіка та управління: сучасний стан та перспективи розвитку*, ОДАБА: тези доп.., 23-24 листопада 2017. С. 351–354.

9. Рослинництво: підруч. для студентів ВНЗ. /В. В. Базалій та ін. Херсон: Грінь Д. С., 2015. 518 с.

10. Самайчук С. І. Економічна ефективність виробництва продукції рослинництва в сільськогосподарських підприємствах Херсонської області. *Таврійський науковий вісник. Економічні науки.* 2016. № 95. С. 85–91.

11. Статистичний щорічник Херсонської області за 2015 рік. Державна служба статистики України. Головне управління статистики в Херсонській області. 2016. С. 497.

12. Статистичний щорічник Херсонської області за 2016 рік. Державна служба статистики України. Головне управління статистики в Херсонській області. 2017. С. 489.

13. Статистичний щорічник Херсонської області за 2017 рік. Державна служба статистики України. Головне управління статистики в Херсонській області. 2018. С. 453.

14. Статистичний щорічник Херсонської області за 2018 рік. Державна служба статистики України. Головне управління статистики в Херсонській області. 2019. С. 427.

15. Статистичний щорічник Херсонської області за 2019 рік. Державна служба статистики України. Головне управління статистики в Херсонській області. 2020. С. 413.

16. Тільненко А. О. Сільськогосподарське районування Херсонської області.URL:http://ekhsuir.kspu.edu/bitstream/handle/123456789/11038/Tilnenko_fbge_2020.pdf?sequence=1 (дата звернення: 02.04.2022).

АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ІНДИКАТОРАМИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Ситник С. А.

Збалансоване управління лісами має визначені критерії та індикатори, які характеризують рівень сталості при веденні лісового господарства на рівні певного регіону [8–10]. Для визначення ступеня відповідності стану та функціонування лісів у регіоні вимогам концепції сталого розвитку, науково обґрунтованих напрямів вдосконалення системи ведення лісового господарства, лісовий фонд має аналізуватися за трьома блоками: фактичний стан лісів; оптимальний, який відповідає парадигмі сталого управління лісами та потенційно можливий стан лісів, який визначається природними умовами. В Україні питання збалансованого функціонування лісового господарства та відповідності цілям сталого розвитку досліджується провідними вченими лісівниками Петром Лакидою, Анатолієм Швиденком, Павлом Кравцем, Ігорем Яремою [1–7; 11].

Відповідність фактичних функціональних показників лісогосподарських підприємств Дніпропетровського обласного управління лісового та мисливського та методів його ведення принципам сталого управління оцінено за базовими Гельсінськими критеріями (*Johannesburg Declaration on Sustainable Development*, 2002). Вихідними даними слугували матеріали галузевої звітності та державної статистичної інформації (http://www.dneprstat.gov.ua).

Критерій І «*Охорона та відновлення лісових ресурсів та їхній внесок у глобальний колообіг вуглецю*».

Цей критерій визначається індикаторами, які характеризують площу лісів, лісистість регіону, а також їх динаміку; динаміку загального і середнього запасів стовбурової деревини; загальний запас депонованого у лісових екосистемах вуглецю, обсяги акумульованої у надземній фітомасі енергії та динаміка використання енергетичного потенціалу деревної біомаси.

У регіоні дослідження наявний високий рівень (понад 90%) господарського використання території області, значно порушене співвідношення між природними угіддями, ріллею, агроландшафтами та урбоекосистемами. Лісистість Дніпропетровської області становить 5,6%. Реалізація програми «Ліси України» передбачала до 2015 року збільшення площі лісів на 32,3 тис. га, а лісистості до 8,4%. Згідно регіональної програми «Ліси Дніпропетровщини» на зазначений рік лісистість регіону мала досягти 8–10%.

Загальна площа лісового фонду Дніпропетровської області становить 198,6 тис. га. Актуальним фактором ефективності управління лісами у регіоні дослідження є визначення їх відомчого підпорядкування. Однією з низки проблем лісового господарства у степовій природній зоні України є значна кількість балансоутримувачів лісових насаджень (*табл. 1, рис. 1*).

Найбільша площа ділянок вкритих лісовою рослинністю – 78993,5 га (44,1%) відноситься до земель державної власності, які не надані у

користування. З них захисні насадження займають площу лісових ділянок 78167,6 га (98%), до яких належать полезахисні лісосмуги. За відсутності балансоутримувача у цих насадженнях не здійснюються лісогосподарські заходи (санітарні рубки й рубки догляду) та їх охорона.

Державному агентству лісових ресурсів України у межах Дніпропетровської області належить 90750,1 га, вкриті лісовою рослинністю ділянки займають площу 65673,2 га (72,4%).

Таблиця 1

Розподіл площі ділянок вкритих лісовою рослинністю у Дніпропетровській області у розрізі власності

Балансоутримувачі лісових насаджень	Площа вкритих лісовою рослинністю ділянок, га
Державне агентство лісових ресурсів	65673,2
Міністерство енергетики та вугільної промисловості	42,8
Міністерство оборони	10724,0
Міністерство освіти і науки	664,4
Міністерство охорони здоров'я	11,4
Міністерство екології та природних ресурсів	129,4
Міністерство аграрної політики та продовольства	136,2
Міністерство інфраструктури	8550,2
Державне агентство водних ресурсів	1494,5
Обласна державна адміністрація	10892,6
Землі державної власності, які не надані у користування	78993,5
Громадяни, яким надані землі у власність і користування	1662,1
Ліси комунальної власності	35,2
Всього	179009,5

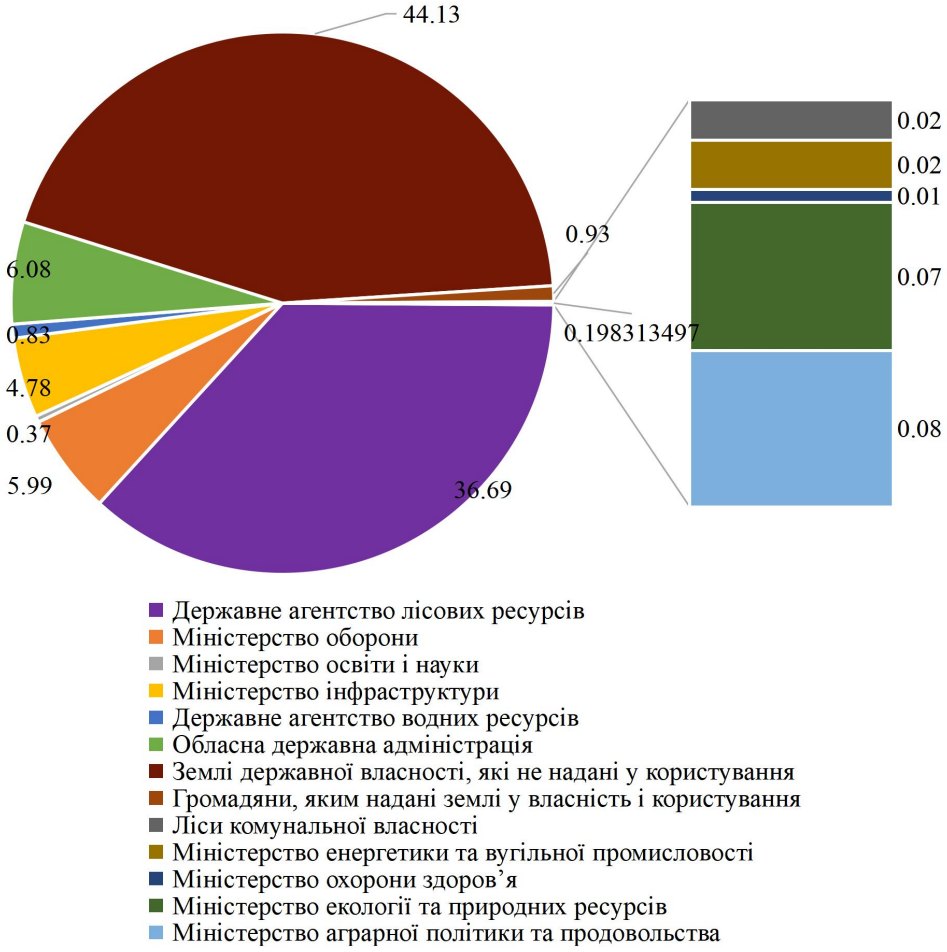


Рис. 1. Розподіл площі лісів Дніпропетровської області за лісокористувачами, %

Ліси, які належать центральному органу виконавчої влади, діяльність якого спрямована на організацію лісового господарства, за походженням є переважно штучними, не мають промислового значення, виконують природоохоронні, санітарні, рекреаційні та захисні функції.

Ліси Державного агентства лісових ресурсів України, згідно положень Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку поділу лісів на категорії та виділення особливо захисних лісових ділянок» від 16.05.2007 р. № 733 до природно-заповідного фонду віднесено 12952,6 га, ліси наукового та історико-культурного призначення займають площу 477,5 га, рекреаційно-оздоровчі ліси – 45841,5 га, захисні ліси – 31478,5 га. Відносний розподіл площі лісів Державного агентства лісових ресурсів України у межах Дніпропетровської області за функціональними категоріями наведено на *рис. 2.*



Рис. 2. Розподіл площі лісів ДОУЛМГ за функціональними категоріями, %

У *табл. 2* наведено площі ділянок вкритих лісовою рослинністю лісів наявних функціональних категорій за групами віку, на *рис. 3.* представлено відсотковий розподіл площі ділянок вкритих лісовою рослинністю лісів за групами віку.

Таблиця 2

Вікова структура лісостанів ДОУЛМГ за функціональними категоріями

Функціональні категорії лісів	Площа з насадженнями груп віку, га					Всього
	молодняки	середньовікові	пристиглі	стиглі	перестиглі	
Ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення	706,7	3568,4	1385,0	1316,1	2782,1	9758,3
Рекреаційно-оздоровчі ліси	5307,7	13368,1	929,4	2618,7	9078,6	31302,5
Захисні ліси	3410,9	9456,0	1464,9	3564,1	6716,5	24612,4
Загалом	9425,3	26392,5	3779,3	7498,9	18577,2	65673,2

Аналіз наведених даних дозволяє встановити незбалансованість вікової структури лісів регіону дослідження: наявне двократне переважання площі з перестиглими деревостанами до площі деревостанів вікової групи молодняків.

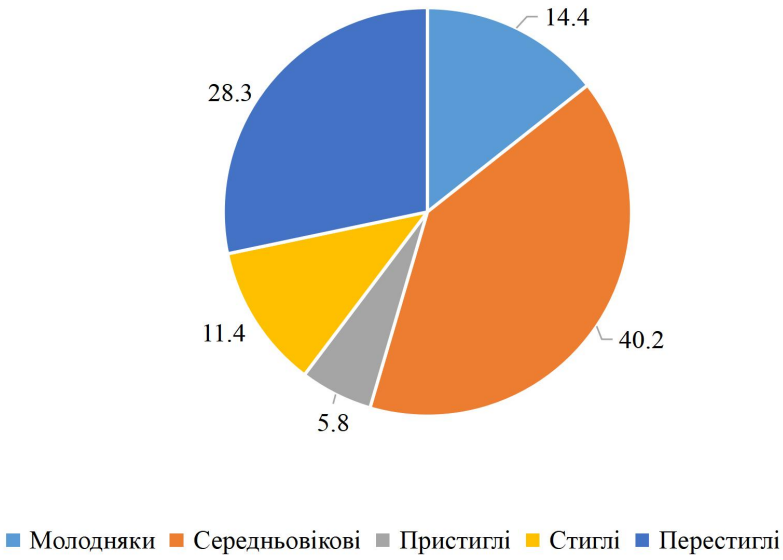


Рис. 3. Розподіл площі ділянок вкритих лісовою рослинністю ДОУЛМГ за групами віку, %

На підставі наведеного очевидним є нерівномірний розподіл площі лісостанів, де площа пристиглих, стиглих та перестиглих деревостанів майже в 3,2 рази є більшою за площу молодняків.

Уся площа лісового фонду ДОУЛМГ виключена з розрахунку рубок головного користування, тому даний вид рубок на ділянках вкритих лісовою рослинністю не проектуються. Розподіл площі лісових ділянок за видами виключення з розрахунку рубок головного користування наведено у *табл. 3.*

Видовий склад деревних рослин, які формують ліси Дніпропетровської області нечисленний. Розподіл площі лісів досліджуваного регіону за переважаючими лісотвірними видами наведено на *рис. 4.* Звертає увагу майже однакова представленість площі деревостанів трьох лісотвірних видів – твердолистяних – дуба звичайного і робінії несправжньоакації та хвойного – сосни звичайної.

Таблиця 3

Площі вкритих лісовою рослинністю ділянок за видами виключення

Найменування категорій лісів та особливо захисних лісових ділянок	Площа вкритих лісовою рослинністю ділянок, га
Ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення	
Природні заповідники	1574,1
Заповідні лісові урочища	33,8
Пам’ятки природи	277,0
Ліси історико-культурного призначення	20,3
Ліси наукового призначення, включаючи генетичні резервати	421,3
Регіональні ландшафтні парки (зона регульованої рекреації)	1768,3

Рекреаційно-оздоровчі ліси	
Ліси у межах населених пунктів	7009,3
Ліси 1 і 2 поясів зон санітарної охорони джерел водопостачання	2885,9
Лісопаркова частина лісів зелених зон	17559,4
Захисні ліси	
Ліси протиерозійні	56162,0
Особливо захисні лісові ділянки	
Лісові ділянки на особливо охоронних частинах заказників	5669,0
Лісові ділянки навколо оздоровчих та рекреаційних територіях	1063,2
Лісові ділянки на схилах ярів, балок обривів, осипів і зсувів	2693,6
Лісові ділянки, які мають спеціальне господарське значення	85,4
Разом	65673,2

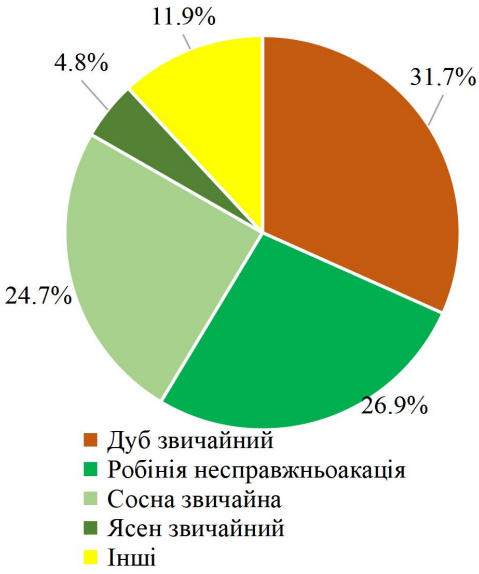


Рис. 4. Розподіл площі деревостанів панівних лісотвірних видів, %

Найбільшу площу займають дубові лісонасадження, з переважанням високостовбурного дуба (21,8% від загальної площі дубових насаджень). Незначні площі зайняті деревостанами м'яколистяних видів – тополі та деревовидних верб.

За індикатором першого Гельсінського критерію, який характеризує загальний запас депонованого у лісових екосистемах вуглецю, на основі матеріалів базового лісовпорядкування й галузевої звітності Державного агентства лісових ресурсів з використанням калькуляційної програми CARBON, розробленої Петром Лакидою розраховано такі показники – загальна фітомаса лісів, підпорядкованих Державному агентству лісових ресурсів України у Дніпропетровській області, її розподіл за структурними компонентами надземної та підземної фітомаси, бюджет вуглецю, середня щільність фітомаси й вуглецю *(табл. 4)*.

За період у 38 років площа ділянок вкритих лісовою рослинністю збільшилися на 12,6 тис. га, з 51,4 до 64,6 тис. га, що було недостатнім для досягнення науково обґрунтованої оптимальної лісистості регіону.

Таблиця 4

Фітомаса й депонований вуглець лісостанів ДОУЛМГ

Вкриті лісовою рослинністю ділянки, тис. га	Запас стовбурової деревини, млн м^3	Компоненти фітомаси, млн т						Вуглець, Млн т
		листя (хвоя)	деревина і кора гілок	деревина і кора стовбурів	коріні	піднаметова рослинність	разом	
1973 рік								
51,4	2,56	0,0534	0,1734	1,0301	0,3299	0,0794	1,6662	0,826
1978 рік								
60,5	4,31	0,0735	0,3159	1,8071	0,4269	0,1243	2,7478	1,364
1983 рік								
62,1	4,46	0,0770	0,3072	1,8446	0,4784	0,1341	2,8414	1,410
1996 рік								
63,9	7,88	0,1087	0,5864	3,3964	0,7060	0,1751	4,9726	2,472
2002 рік								
64,5	9,27	0,1195	0,7389	3,9981	0,7787	0,1928	5,8279	2,898
2011 рік								
64,0	11,32	0,1288	0,9489	4,9294	0,9585	0,2345	7,2001	3,582

У період з 2002 до 2011 роки відбулося незначне зменшення площі вкритої лісом – на 0,5 тис. га. У ревізійний період відбувалося збільшення запасу стовбурової деревини від 2,56 до 11,32 млн м^3.

Розвиток насаджень та зміна вікової структури з домінуванням площі, зайнятої стиглими і перестиглими деревостанами обумовили поступове збільшення середніх запасів стовбурової деревини за роками (м^3·га$^{-1}$): 1973 – 47,05; 1978 – 71,23; 1983 – 71,81; 1996 – 123,31; 2002 – 143,72; 2011 – 176,88.

Станом на 01.01.2011 р. фітомаса лісових насаджень регіону дослідження сягала 7,2 млн т. Аналіз динаміки середньої щільності загальної фітомаси лісових насаджень демонструє її значне збільшення. Значення середньої щільності фітомаси у 1973 р. становило 3,24 т·га$^{-1}$, у 2011 р. цей показник досяг 11,25 т·га$^{-1}$. У зазначений період обліку збільшення площі лісів було незначним, тому збільшення щільності можна поясними ростом й розвитком лісових насаджень й перерозподілом фітомаси за деревостанами різних вікових груп, що й позначилося на збільшенні загальної фітомаси насаджень на одиницю площі.

Розподіл загальної фітомаси за структурними компонентами у ревізійний період наведено на *рис. 5.* Дані, наведені на діаграмі демонструють збереження тенденції розподілу загальної фітомаси насаджень за фракціями протягом усього періоду спостереження: найбільшу частку у загальній фітомасі лісів становила фітомаса деревини й кори стовбурів, найменшою часткою характеризувалася піднаметова рослинність. З ростом насаджень і накопиченням фітомаси протягом трьох десятиріч відбувався перерозподіл часток фітомаси між структурними складовими. Частка фітомаси надземної частини деревостанів, а саме фітомаси деревини та кори стовбурів збільшилася на 7,4%, деревини і кори гілок – 2,8%. Збільшення часток зазначених фракцій фітомаси відбувалося на тлі зменшення асимілюючих органів (1,5%) та піднаметової рослинності (1,5%).

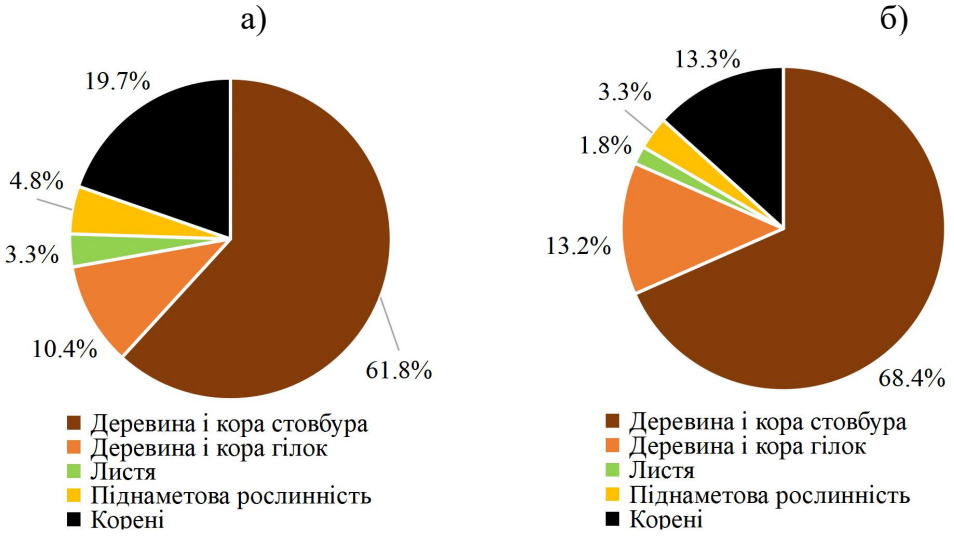


Рис. 5. Розподіл загальної фітомаси лісів Дніпропетровської області за структурними компонентами насаджень у 1973 (а) та 2011 (б) рр.

Вуглець, акумульований у фітомасі лісів Дніпропетровської області складав 0,8265 (1973 р.) – 3,5819 млн т (2011 р.). Змінювання середньої щільності вуглецю для вкритих лісовою рослинністю ділянок у період обліку становило (кг·(м^2)$^{-1}$): 1973 – 1,60; 1978 – 3,30; 1983 – 3,91; 1996 – 4,41; 2002 – 5,39; 2011 – 5,56. За середньорічних значень об'єму викидів діоксиду вуглецю у атмосферне повітря Дніпропетровської області 27,7 млн т (http://www.dneprstat.gov.ua/statinfo%202015/ns/) та річного збільшення щільності вуглецю до 0,07 млн т, депонування техногенного вуглецю лісами регіону дослідження (площа 64,0 тис. га) може становити до 4,48 млн т, що складає незначну частку емісії – 16,2% від загального обсягу викидів діоксиду вуглецю.

Критерій ІІ «*Підтримання життєздатності та нормального функціонування лісових екосистем*».

Цей критерій описується такими індикаторами: об'єми та динаміка атмосферних токсичних опадів, площа лісів, пошкоджених біотичними та абіотичними чинниками.

Найбільш ефективним і раціональним користуванням лісовими ресурсами є охорона лісу, його захист від несприятливої дії чинників навколишнього природного середовища різної етіології.

Згідно даних Головного управління статистики у Дніпропетровській області викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря від стаціонарних і пересувних джерел за останні 30 років спостереження, у середньому становили (тис. т·рік$^{-1}$) – 1147,4, з максимальним значенням 2528,2 (1990 р.) і мінімальним 876,6 (2015 р.) (http://www.dneprstat.gov.ua/statinfo%202015/ns/). Речовинами, які переважають за масою у складі викидів є (тис. т): оксид вуглецю (II) – 317,8; метан – 128,7; тверді суспендовані частки – 75,9; діоксид сірки – 52,7; діоксид азоту – 52,0 (аналізування номенклатури викидів не включало емісії діоксиду вуглецю). Дві останні речовини, за умови наявності у атмосферному повітрі крапельної вологи, хімічно взаємодіють з нею з утворенням сульфатної й нітратної кислоти відповідно. Зазначені неорганічні речовини є невід'ємними складовими кислотних опадів, які спричиняють пошкодження – хлорози або некрози асиміляційних органів рослин. Проте, при фіксації пошкоджень вегетативних і генеративних органів деревних рослин у лісовому насадженні, за відсутності діагностованих фітопатогенів або шкідників визначити абіотичний чинник, який спричинив зміну нормальної морфології рослини не є можливим.

Пошкодження деревостанів синергетичною дією забруднюючих речовин у лісах Дніпропетровської області має такі тенденції:

- пошкодження насаджень інтенсифікується з наближенням до джерела викидів;
- найбільше пошкоджуються деревостани, розташовані у напрямку пануючих вітрів, перш за все на узліссях лісових масивів;
- пошкодження деревостанів збільшується зі зниженням зімкнутості намету, під впливом токсикантів найбільше пошкоджуються дерева верхньої частини намету;
- гостре пошкодження призводить до різкого припинення росту та всихання деревостанів, наслідки гострого пошкодження є більш катастрофічними ніж хронічного;
- за однакового рівня аеротехногенного навантаження сильніше пошкоджуються деревостани у вегетаційний період та, особливо, на початкових фазах розвитку (формування листя, початок росту пагонів);
- листяні деревні види є більш стійкими до фітотоксикантів, ніж хвойні;

ступінь пошкодження дерев одного виду залежить від хімічної природи забруднювача, віку – чутливість зростає зі збільшенням віку.

Інші індикатори другого Гельсінського критерію – оцінювання дії біотичних чинників. Видовий склад та площі лісових насаджень, які уражені ентомошкідниками і фітопатогенами у 2019 році, наведено у *табл. 5*.

У лісах регіону дослідження виявлено осередків шкідників і хвороб на площі майже 9,0 тис. га (13,8% від площі ділянок вкритих лісовою рослинністю). Найбільшого розповсюдження набули вогнища рудого соснового пильщика, які були зафіксовані на площі 5,8 тис. га (92,1% від площі деревостанів пошкоджених хвоєгризучими шкідниками)**.**

Таблиця 5

Площі осередків шкідників і хвороб лісів Дніпропетровської області, га

Шкідник/ Збудник хвороби	Осередки на початок року	Ліквідовано заходами боротьби	Ліквідовано природними чинниками	Осередки на кінець року
Хвоєгризучі ентомошкідники				
Рудий сосновий пильщик	5799	–	3	7622
Звичайний сосновий пильщик	340	188	144	63
Зеленуватий пильщик	160	–	–	160
Листогризучі ентомошкідники				
Непарний шовкопряд	12	–	1	11
Золотогуз	58	–	50	8
Зелена дубова листовійка	2200	160	229	1811
Дубова широкомінуюча міль	55	–	16	39
П’ядениця обдирало	31	–	–	31
Совка рання	9	–	–	9
Фітопатогени				
Коренева губка	270	79	–	191
Усього	8934	427	443	9945

Пошкодження деревостанів лісотвірних видів, які спричинені листогризучими комахами були діагностовано на площі у 2365 га, домінуючу позицію займали пошкодження зеленою дубовою листовійкою. Хвороби лісу переважно викликані кореневою губкою, площа деревостанів з зафіксованим інфікуванням зазначеним фітопатогеном становить 270 га.

Для попередження розвитку вогнищ шкідників і хвороб лісу важливе значення мають рекогносцирувальний нагляд, визначення видового складу комах і фітопатогенів, площі вогнищ та оцінювання рівня загрози деревостанам. Особлива увага має приділятися проведенню комплексу профілактичних та запобіжних заходів, впровадження екобезпечних методів і засобів боротьби з шкідниками і хворобами лісу.

Критерій ІІІ «*Підтримання та підвищення продуктивних функцій лісів* (*деревина та недеревні продукти*).

Цей критерій можна проаналізувати за наступними індикаторами: співвідношення між приростом та об’ємом рубок деревини; об’єми та динаміка лісогосподарських і лісокультурних заходів; динаміка збору за спеціальне використання лісових ресурсів; обсяги побічного (недеревного) користування лісом.

Важливим резервом підвищення біопродуктивності, стійкості й виконання функцій лісових насаджень є насінництво на генетико-селекційній основі. Основою лісонасінної бази лісових деревних порід є селекційна

інвентаризація насаджень і дерев з виділенням плюсових дерев або насаджень. Лісонасінна база представлена постійними лісонасінними ділянками на площі 100,0 га та плюсовими деревами, серед яких: дуб звичайний – 46 шт, сосна звичайна – 69 шт.

Основним способом лісовідновлення у Дніпропетровській області є створення лісових культур. Лісові культури у середньому за рік створюють на площі до 2,5 тис. га. Площа лісовідновлення і лісорозведення, яка є необхідною для збільшення лісистості регіону до оптимальної науково обґрунтованої у 8–10%, становить 32,3 тис. га. Збільшення площі лісів не розглядається у контексті формування мікроклімату та як дієвий механізм запобігання наслідкам зміни клімату у площині заходів, спрямованих на реалізацію положень Паризької кліматичної угоди.

Однією з головних вимог ведення лісового господарства у степовій зоні України є забезпечення неперервного, невиснажливого і раціонального використання лісових ресурсів для задоволення потреб населення і виробництва у деревині та іншій лісовій продукції.

Лісові насадження Дніпропетровської області не мають промислового значення, ліси експлуатаційної функціональної категорії відсутні, проводяться лише рубки формування та оздоровлення лісів, які спрямовані на вирощування біологічно стійких насаджень та передбачають періодичне вирубування частини дерев з метою поліпшення росту та розвитку тих, які залишаються.

Обсяг ліквідної та ділової деревини проектується лісовпорядкуванням при проведенні санітарних рубок з врахуванням показників фактичного стану насаджень. У лісогосподарських підприємствах ДОУЛМГ здійснюються рубки формування та оздоровлення лісів, а саме рубки догляду, переформування, лісовідновні реконструктивні, вибіркові та суцільні санітарні рубки (*табл. 6*).

Таблиця 6

Лісогосподарські заходи, пов'язані із заготівлею деревини

Вид рубки	Площа, га	Заготівля деревини, м^3		
		запас стовбуровий	запас ліквідн	ділова деревина
Вибіркові санітарні рубки	502,0	7341	6445	236
Суцільні санітарні рубки	266,0	37991	30545	4075
Лісовідновні рубки	22,0	1624	1484	388
Освітлення	152,0	180	139	0
Прочищення	15,0	31	2	0
Проріджування	67,0	1271	1061	120
Прохідні	386,0	9233	7801	862
Разом рубок догляду	620,0	10715	9003	982
Діючі розрахункові щорічні обсяги рубок догляду за лісівничими вимогами				
Освітлення	6,4	50	10	0
Прочищення	73,1	510	170	0
Проріджування	543,7	11190	9060	550
Прохідні	258,8	5740	4690	450
Разом рубок догляду	882,0	17490	13930	1000

Порівняння діючих щорічних розрахункових і фактично виконаних обсягів рубок догляду дозволяють констатувати, що зазначені лісогосподарські заходи не відповідають нормативним обсягам: фактично вони були виконані на 70,3% запланованої площі, заготівля ліквідної деревини склала 64,6% від планової.

Недовиконання рубок догляду пояснюється економічними чинниками. Основними проблемами лісокористування є використання застарілих машин і механізмів, відсутність врегульованої цінової політики на лісопродукцію та дієвої ринкової системи її реалізації.

Лісова промисловість в економіці Дніпропетровської області займає незначне місце. Заготівля ліквідної деревини у лісовому господарстві ДОУЛМГ становила 34,3 тис. м^3, у тому числі: пиломатеріали і заготовки круглі – 2,5 тис. м^3; дров'яна деревина для технологічних потреб – 9,4 тис. м^3; дрова для опалення – 21,7 тис. м^3.

Заготівля сировинних ресурсів побічного лісового користування здійснюють у відповідності з нормативним документом «Порядок спеціального використання лісових ресурсів», затверджений Постановою Кабінету Міністрів України від 23.05.2007 р. № 761. У лісогосподарських підприємствах Дніпропетровського ОУЛМГ важливими видами побічного користування є: сільгоспкористування – 451 га ріллі; сінокосіння – 514,7 га сіножатей; збір дикорослих плодів, ягід (аронія чорноплідна, груша, абрикос, шипшина, глід); заготівля лікарських трав (кропива глуха, пижмо, чистотіл, деревій, квіти бузини).

На теперішній час промислова заготівля ягід, плодів, лікарських рослин є економічно недоцільною, що пов'язано з незначними обсягами ресурсів та відсутністю сучасних технологій з їхньої переробки. Проте це має соціальний аспект, місцевим населенням проводиться заготівля для задоволення особистих потреб.

Критерій IV «*Підтримання, збереження та відповідне примноження біорізноманіття лісових екосистем*».

Відповідність цьому критерію може бути оцінено наступними показниками: площа природоохоронних лісів, площа, зайнята насадженнями екзотичних та інтродукованих лісових видів; кількість видів флори та фауни у лісах; площа старовікових природних лісів; кількість та площа об'єктів природно-заповідного фонду.

Збереження видового і ландшафтного різноманіття виступає пріоритетною передумовою сталого розвитку. Сучасний стан мережі об'єктів природно-заповідного фонду Дніпропетровської області України є неоптимальним і не відповідає європейським нормам щодо кількості об'єктів, їхньої структури та якісного складу. Досліджуваний регіон посідає одне з останніх місць серед адміністративних областей України за площею заповідних територій. Порівняно із середнім для України відсотком заповідності (5,7%) цей показник для області на рівні 1,7% є вкрай незадовільним.

Аналіз структури природно-заповідного фонду (ПЗФ) дозволив встановити, що у підпорядкуванні Державного агентства лісових ресурсів

України у межах Дніпропетровської області 12515,4 га земель державного лісового фонду знаходиться під об'єктами природно-заповідного фонду, що становить 22,7% від загального фонду заповідних об'єктів і територій області.

Структура природно-заповідного фонду представлена:

– природний заповідник – 3766,2 га;
– регіональні ландшафтні парки – 2159,0 га;
– лісові заказники загальнодержавного значення – 2956,0 га;
– ландшафтні заказники загальнодержавного значення – 1360,8 га;
– ботанічні заказники загальнодержавного значення – 207,0 га;
– лісові заказники місцевого значення – 1011,0 га;
– орнітологічні заказники місцевого значення – 643,0 га;
– ботанічні пам'ятки природи місцевого значення – 156,0 га;
– гідрологічні пам'ятки природи місцевого значення – 1,5 га;
– парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва – 221,0 га;
– заповідні урочища – 33,9 га.

На наш погляд, дискусійним є факт наявності значної частки об'єктів та територій природно-заповідного фонду, які знаходяться у структурі лісового фонду регіону дослідження у межах степової природної зони. У степовій зоні України, ліс – інтразональна екосистема, переважно має штучне походження, сформований незначною кількістю лісотвірних видів та характеризується найбільшим поширенням перестиглих насаджень з низькою созологічною цінністю. Природоохоронний статус об'єктів ПЗФ унеможливлює здійснення лісогосподарських заходів, що призводить до формування деревостанів незадовільного фітосанітарного стану і робить сумнівною природоохоронну цінність досліджуваних об'єктів.

Критерій V «*Підтримання та розвиток захисних функцій лісів у лісовому господарстві, особливо протиерозійних та водозахисних*».

Серед індикаторів цього критерію – площа лісів зі схильними до ерозії ґрунтами та площа захисних лісів

Одним із головних завдань лісогосподарських підприємств Дніпропетровської області є розвиток кліматорегулюючих, рекреаційних та найголовніше, захисних властивостей штучних лісових насаджень. Ліси мають зменшувати негативні наслідки природних явищ, захищати ґрунти від ерозії та сприяти регулюванню стоку поверхневих вод. Тому, ведення лісового господарства вимагає впровадження природозберігаючих сучасних технологічних процесів та устаткування.

Удосконалення управління меліоративними властивостями лісів повинно базуватися на принципах розміщення різних категорій захисних насаджень на ландшафтно-екологічних та водозбірних засадах, які викладені у «Рекомендаціях щодо принципів застосування лісових меліорацій на ландшафтно-екологічній основі» розроблених фахівцями УкрНДІЛГА.

Більшість лісів, підпорядкованих Державному агентству лісових ресурсів України (24,6 тис. га або 37,4% від площі ділянок вкритих лісовою рослинністю державних лісогосподарських підприємств) у регіоні дослідження віднесено до функціональної категорії захисних лісів, які попереджають ерозію ґрунту та

затримують твердий стік. У площині захисного лісорозведення регіональною програмою «Ліси України» до 2015 року передбачалося створення нових лісових насаджень на 32,3 тис. га площі, проте реалізацію програми здійснено не було. На *рис. 6* наведено розподіл площі, яка зайнята захисними насадженнями за групами лісотвірних видів. Хвойні види представлені сосною звичайною, деревостани якої займають до 20% площі захисних лісів. Три чверті площі ділянок вкритих лісовою рослинністю у захисних лісах знаходяться під деревостанами твердолистяних видів, переважно дубом високостовбурним та робінією несправжньоакацією, питома частка площі протиерозійних лісів у регіоні дослідження (35,1%) вкрита лісовими робінієвими деревостанами.

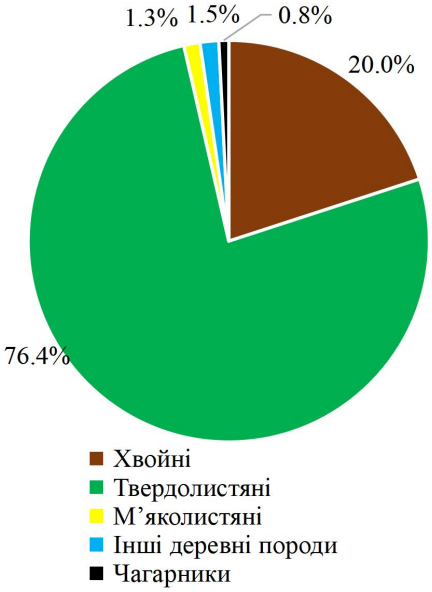


Рис. 6. Розподіл площі вкритих лісовою рослинністю ділянок захисних лісів за групами лісотвірних видів, %

Дані вікової структури деревостанів захисних лісів станом на 01.01.2020 р. наведені у *табл. 7.*

Таблиця 7

Площа ділянок вкритих лісовою рослинністю у лісах захисної функціональної категорії, га

Групи лісотвірних видів	Групи віку				
	молодняки	середньовікові	пристиглі	стиглі	перестиглі
Хвойні	1702,3	3208,2	6,5	–	–
Твердолистяні	1628,1	5952,2	1333,0	3347,4	6562,4
М'яколистяні	0,6	80,9	45,7	87,1	103,9
Інші деревні види	62,1	182,4	45,3	35,9	32,1
Чагарники	17,8	32,3	34,4	93,7	18,1
Загалом	3410,9	9456,0	1464,9	3564,1	6716,5

Деревостани деревостани робінії несправжньоакації мають такий розподіл площі за групами віку, га: молодняки – 217,2 (6,4% від площі молодняків захисних лісів); середньовікові– 230,2 (3,1%); пристиглі – 131,5 (9,0%) ; стиглі – 1713,5 (48,1%); перестиглі – 6282,9 (93,5%), тобто у захисних лісах переважають перестиглі деревостани робінії. Санітарний стан перестиглих деревостанів може знижувати захисний потенціал лісів та потребувати значних вкладень у їх догляд.

Критерій VI «*Підтримання соціально-економічних функцій лісів*».

Індикаторами оцінювання підтримання соціально-економічних функцій є: внесок лісової галузі у регіональний соціо-культурний розвиток; частка лісової продукції у валовому національному продукті; внесок лісової галузі в економіку регіону; динаміка зайнятості та відсоток людей, працюючих у лісовій галузі, участь громадськості у лісоуправлінні.

Кваліфікованими трудовими ресурсами для ведення лісового господарства підприємства Дніпропетровського обласного управління лісового та мисливського господарства забезпечені на 79%. Станом на 01.01.2020 р. чисельність працівників підприємств на посадах згідно класифікатора професій за штатним розписом – 537, фактично працюючі – 424. Наразі наявна нестача інженерних працівників з лісових культур, охорони й захисту лісу. Соціально-економічними проблемами лісівників є відсутність достатнього, або навіть відсутність, бюджетного фінансування для реалізації програм розвитку галузі та недостатній рівень впровадження сучасних засобів виробництва.

Таким чином, аналіз відповідності функціональних показників лісового господарства Дніпропетровської області критеріям сталого розвитку свідчить про наявність достатньої кількості проблемних питань. Забезпечення сталого управління й ефективного вирішення проблем господарювання у лісах степової природної зони потребує конструктивного діалогу на загальнодержавному і регіональному рівнях між органами державного управління у лісовій галузі, об'єднаними територіальними громадами, громадськими природоохоронними організаціями задля розроблення й прийняття виважених доцільних управлінських рішень та їх реалізації у діяльності лісогосподарських підприємств.

ЛІТЕРАТУРА

1. Байтала В. Д., Дубін В. Г. Еколого-географічний підхід до впровадження національної системи критеріїв та індикаторів сталого використання лісами. *Науковий вісник національного аграрного університету. Лісівництво.* 2000. №25. 1114–1222.

2. Ільницька-Гикавчук Г. Я., Данько Т. І., Макар О. П. Сертифікація лісової продукції як інструмент сталого ведення лісового господарства. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. Лісове та садово-паркове господарства.* 2013. № 23.15. 20–25.

3. Кравець П. В., Лакида П. І. Критерії ті індикатори сталого управління лісами України. *Науковий вісник Українського державного лісотехнічного університету.* 2002. № 12.7. 146–159.

4. Кравець П. В., Лакида П. І., Швиденко А. З. Парадигма стійкого розвитку і біосферної ролі лісів України. *Науковий вісник Національного аграрного університету Лісівництво.* 1999. 17. № 80–87.

5. Павліщук О. П. Дослідження відповідності ведення лісового господарства принципам та критеріям сталості екологічного блоку. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. Лісівництво.* 2007. 17.3. 80–87.

6. Шершун М. Х. Стратегія, критерії та індикатори збалансованого ведення лісового господарства: еколого-економічні та нормативно-правові шляхи їх реалізації. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. Лісівництво.* 2012. № 22.14. 99–105.

7. Ярема І. І. Напрямки стимулювання сталого використання лісоресурсного потенціалу гірських територій державними лісогосподарськими підприємствами. *Регіональна економіка*. 2012. № 2. 194–199.

8. General declaration and resolutions of the Second Ministerial Conference on the Protection of Forest in Europe (16-17 June 1993, Helsinki, Finland) Available at: http://www.mcpfe.org/ resolution/helsinki.

9. CFCS 1002:2001. Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management. Available at: http://www.uhul.cz/ncs/edefault.htm

10. Criteria and indicators for sustainable forest management: international process, current status and he way ahead. Available at: http://www.fao.org/DOCREP/X8080e/x8080e06.htm#P0_0.

11. Yarema I. I. Environmental and economic priorities for optimization of forestry activities (on the example of the Lviv Regional Department of Forestry and Hunting). *Protection of Environmental*. 2019. № 3. 96–108.

ЕКОЛОГІЧНА ГЕНЕТИКА В СИСТЕМІ ПАРАДИГМИ АГРОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Назаренко М. М.

Згідно з класичним визначенням академіка Інге-Вечтмова, екологічна генетика як інтегративна дисципліна та інтердисциплінарна наукова галузь, що досліджує взаємодію екологічних відношень крізь призму генетичних популяційних та індивідуальних процесів, – це розділ науки на стику екології та генетики, що вивчає генетичні аспекти взаємодії організмів до демекологічного рівня включно, а також зміни організмів під дією екологічних та екогенетичних чинників, досліджуючи взаємодію генетичних процесів мінливості та спадковості та екологічних взаємовідношень для окремих сукупностей організмів [6]. Норма реакції організму, його адаптивні та варіативні можливості, межи реалізації окремих господарсько цінних ознак в фенотипових проявах знаходяться під генетичним контролем та безпосередньо залежать від рівня мінливості при дії мутаційного тиску на рівні як окремих організмів, так і взаємовідношеннях в агроценозах сільськогосподарських культур, зокрема, як буде надалі представлено в рамках досліджень, що проводяться в Дніпровському державному аграрно-економічному університеті, зернових (пшениця озима). Адаптивна відповідь на цей тиск є об'єктом дослідження окремої дисципліни у рамках екологічної генетики – генотоксикології [6], поряд з якою виділяють такі розділи як екогеногеографія [7] та фармакогенетика. Генотоксикологія має як фундаментальний аспект (із ідентифікації та вивчення генетично-активних чинників середовища як природнього, так і техногенного походження), так і прикладний (визначення механізмів мутаційної мінливості та їх змін, адаптації організму у відповідь на дію конкретних чинників, меж мінливості певних ключових та господарсько-цінних ознак і властивостей, закономірності фенотипового прояву, генетичний контроль ключових та господарсько-цінних ознак) [8].

Згідно з Д. М. Гродзинським, фундаментальною особливістю екологічної генетики є узагальнююча, інтегруюча функція, що описує характеристики живого у масштабах біосфери (агросфери) і його мережеві взаємодії з різними абіотичними, антропогенними та біотичними чинниками [6]. За О. О. Жученко, неврахування інтегрованої відповіді організму в мережі взаємодії між генотипом і навколишнім середовищем в контексті складності впливу і особливостях генних систем веде до відсутності системного підходу в екології і дроблення питань і завдань як окремої науки, що призводить до масштабних казусів, наприклад, підвищення продуктивності з поступовим неврахованим зниженням харчової цінності агроценозів [8]. Тому мутаген в екологічній генетиці розглядається в контексті екологічного чинника, що забезпечує мікроеволюційну мінливість ценозів за рахунок зміни генетичної структури популяції, з вивченням специфічності впливу через продуктивність, чисельність, поширення, біорізноманіття, моніторингові дослідження (мутагенна депресія, хромосомна мінливість) на біосистемах різного рівня.

Прикладний аспект дії мутагенних (екогенетичних) чинників на рослинні

системи є проблематикою регіонів, що знаходяться в стані підвищеного антропогенними забруднення різними як фізичними, так і хімічними мутагенами, та вивчається за декількома напрямами [9]. Дослідження за виявленням морфозів та мутацій з використанням рослинних об'єктів проводяться на забруднених територіях у зоні відчуження Чорнобильської атомної електростанції, Південному Уралі, територіях з підвищеним техногенним навантаженням у РФ, Туреччині, Німеччині, Франції, Великій Британії, США [1]. Другим напрямом є використання мутагенів для індукції цінних форм [2]. Хоча пік цих досліджень згідно з даними ФАО-МАГАТЕ припав на 70–80-ті рр. XX ст., але це, по-перше, стосується лише прямого використання рослинних форм-мутантів як комерційних сортів [3], по-друге, інтенсивність не стільки знизилася, скільки змістилася на використання мутагенів як додаткового джерела мінливості або як екологічного чинника, що спрощує генетичну трансформу у поєднанні з використанням сучасних методів біотехнології та генетичної трансформації (постійно діючі семінари МАГАТЕ з використання біотехнології разом з мутагенними чинниками, зворотної генетики) [4].

В рамках вищенаведених напрямків існують наступні основні спрямованості в дослідженнях: 1. Ідентифікація факту дії екогенетичного чинника (мутагену) на клітинному рівні та вплив на рослину в цілому [5]. 2. Удосконалення методик ідентифікації та добору мутацій [10]. 3. Встановлення механізму дії та післядії екогенетичних чинників [11]. 4. Особливості генотип-мутагеної взаємодії [12]. 5. Підвищення ефективності ідентифікації корисних мутацій [13]. 6. Виявлення оптимальних доз та концентрацій для формування стабільних високопродуктивних агроекосистем за змінами генетичної [14]. 7. Вивчення особливостей індукції окремими чинниками [15]. В світовій практиці досліджень ці питання є дискусійними і потребують додаткового вивчення. Тому пошук шляхів оптимізації системи «екогенетичний чинник – доза, концентрація – генотип вихідної форми – антропічна екосистема» для прогнозування наслідків мутагенної дії на рослинні форми пшениці м'якої вже на перших етапах програм з експериментального мутагенезу, з метою зниження несприятливих наслідків та підвищення позитивних ефектів (збільшення зернової продуктивності, життєздатності насіння і рослинних популяцій), є надзвичайно актуальним питанням в області агроекології, селекції і генетики. Такий підхід за допомогою мутаційного процесу дозволяє на аутекологічному, демекологічному і синекологічному рівнях керувати біосистемною варіацією окремих її компонентів, що й висвітлено в дисертаційному дослідженні.

Озима пшениця як об'єкт досліджень важлива, оскільки є основною зерновою культурою не тільки в Україні, але й в усьому світі. Вона є основним продуктом харчування в 48 країнах з населенням більше 2 млрд. чоловік, забезпечує частково добовий раціон ще близько 3 млрд.[16].

Однією з основних проблем сучасних українських сортів пшениці м'якої озимої, для вирішення котрої варто застосовувати розширене використання іноземних генетичних ресурсів, є досить низька якість зерна в порівнянні з сортами закордонної селекції (як загальний вміст білків так і властивості,

співвідношення самого білково-клейковиного комплексу). Ця якість прямо залежить від проламінів пшениці, провідну роль серед котрих відіграють гліадини та глютеніни. Підвищення вмісту та якості білку, хлібопекарських властивостей борошна без-посередньо залежить від вмісту гліадинів та глютенинів, що безпосередньо від-повідають за реологічні властивості тіста та якість хлібопекарської продукції. Значення має не лише відносний вміст цих білкових компонентів, але й співвідношення серед запасних білків зерна [17].

Іншою проблему є специфічність реакції генотипів пшениці на середовище та різна здатність до використання поживних речовин з ґрунту, що залежить не лише від наявності чи форми таких речовин, але й від особливостей генотипу. Усі наявні сорти за їх генетичними особливостями в розвитку та формування врожайності можна поділити на три великі групи – сорти інтенсивного типу – це, зазвичай, напівкарликові сорти, що здатні до високого рівню використання азоту та фосфору при формуванні врожаю, але абсолютні коефіцієнти використання здебільшого менші та нестача поживних речовин веде до дуже різкого зниження врожайності (напівінтенсивні сорта, що займають проміжне положення (Комерційна) та екстенсивні сорти, що здатні формувати менші врожаї, але при досить широкому спектрі умов [18].

Третьою проблемою є адаптивна здатність сучасних генотипів пшениці озимої до комплексу несприятливих чинників зимового періоду, що є ключовою для Степового регіону, оскільки саме вона обмежує можливості сучасних сортів в реалізації їх генетичного потенціалу щодо якості та зернової продуктивності, веде до підвищеної загибелі рослин у зимовий період, що не завжди можливо компенсувати при подальшому онтогенезі.

Метою екогенетичних досліджень пшениці озимої є виявлення особливостей в формування врожайності та якості зерна у сортів пшениці озимої вітчизняної та іноземної селекції, можливості та обмеження в безпосередньому застосування сортів в умовах Степу України, особливості мутаційного процесу та реалізації його продуктів в рамках дії певних екогенетичних чинників фізичної та хімічної природи (до епігенетичних факторів, що впливають на особливості формування білкового скелету хромосом включно).

При щорічному виробництві близько 757 млн. тонн (у 2017 році) (USDA, 2020) [20] пшениця м’яка (Triticum aestivum L.) – одна з найважливіших культур світу. Озима пшениця є провідною зерновою культурою за валовим збором та обсягами вирощування у світі та найважливішою харчовою зерновою культу-рою, що займає першу позицію в Україні. Пшениця м’яка займає 48% площі під зернові та 38% загального виробництва зерна. До кінця XIX століття сорти були в основному ландрасами, які добре підходять для місцевих умов. З початку XX століття, в зв’язку з розвитком методів селекції, ландраси використовувалися як джерело мінливості при створенні сучасних сортів класичними методами селекції. За останні 60 років інтенсивні програми селекції рослин призвели до повної заміни в землеробстві сучасними напівкарликовими та високопродуктивними сортами, але ці зміни корелювали зі зменшенням генетичної різноманітності пшениці та потребами в особливих

вимогах до реалізації їх потенціалу високої продуктивності та якості білків. Це, можливо, спричинило зміни в агротехнології для вирощування озимої пшениці, що, як наслідок, впливає на майбутню пристосованість та особливу взаємодію з середовищем цієї основної зернової культури [19].

Територія України характеризується різноманітністю природно-кліматичних зон і крайньою нестабільністю метеорологічних умов по роках і сезонах року. наявність різних природно-контрастних розташованих в широтної зональності і вертикальної поясності зон відповідно обумовлює створення генетично різноманітних сортів, як мінімум трьох основних агроекотипів пшениці озимої [1–3].

Сорти напівінтенсивного і інтенсивного типів пшениці озимої відрізняються високою і вище середньої кущистістю, вимогливістю до тепла, характеризуються досить високою морозо- і зимостійкістю. У фазі повного кущіння добре переносять низькі негативні температури до -20 °С, формують великі, добре озернені колоси з цінним та особливо-цінним зерном[1–3].

Багаторічні селекційно-генетичні дослідження дозволили створити значну кількість цінних гібридних популяцій. Випробування останніх в контрастних екологічних зонах сприяли створенню адаптованих агроекотипів високопродуктивних сортів пшениці озимої. За останні 15 років створені та районовані нові комплексні сорти пшениці озимої інтенсивного типу, які характеризуються високими врожайністю, адаптивністю, стійкістю до хвороб, а також - високими показниками якості зерна та досить високими зимостійкістю і посухостійкістю.

Агрокліматичні умови Степу характеризуються значною варіабельністю основних ресурсів по роках, періодам вегетації, територіям, яка визначає існуючу величину і варіабельність врожайності озимої пшениці в регіоні.

Поряд з вдосконаленням технології обробітку, важлива роль у підвищенні врожайності і зменшені її коливань по роках в регіоні належить сорту. У зв'язку з цим селекція на підвищення врожайності сортів озимої пшениці, здатних максимально ефективно використовувати ресурси середовища і особливості екологічної зони, протистояти абіотичних і біотичних стресорам, є головним напрямком [18].

Встановлено, що в умовах вологозабезпечення вище за середній багаторічний рівень і абіотичного стресу (випрівання) врожайність позитивно корелювала з виживанням рослин, з кількістю рослин на 1 м^2 перед збиранням, масою 1000 зерен, масою зерна одного колоса. В умовах комплексного абіотичного стресу сильної інтенсивності (вимерзання, посуха) врожай зерна позитивно корелював з зимостійкістю і натурою зерна. Важлива селекції пшениці озимої в Степу на підвищення стійкості сортів до абіотичних стресів (посуха, вимерзання, випрівання).

Позитивний ефект селекції на врожайність досягнуто за рахунок збільшення кількості зерен в колосі, маси 1000 зерен в сприятливих умовах, в умовах гострої посухи за рахунок підвищення натурної маси зерна.

У загальному комплексі заходів, спрямованих на подальше збільшення продуктивності зернових культур і поліпшення їх якісних показників, важлива

роль належить селекції. Причому наряду з необхідністю підвищення потенціалу продуктивності сортів і їх екологічної стійкості, особливо важливо збільшення вмісту та покращення якості білка і клейковини, а також поліпшення технологічних властивостей.

Розвиток синтетичної селекції на якість проходив менш ефективно, ніж на врожайність, хоча поліпшення якості продукції має більш істотне значення, ніж тільки підвищення врожайності. наприклад, є думка, що збільшення вмісту білка в зерні на 1% рівноцінно отриманню додаткових 6– 7 ц/га зерна.

Складність цього напрямку селекції обумовлена широкою модифікаційною мінливістю показників якості, велика їх залежність як від ендогенних, так і від екзогенних факторів. Крім того, зазначається обмеженість генофонду для вибору надійних джерел і донорів, які до сих пір в дефіциті [11].

Суперечливі думки і про ефективності відборів з різних поколінь і фонах для відбору [17]. У зв'язку з цим важлива наявність селективних умов. Оскільки, наприклад, в умовах посухи відмінності генотипів за кількістю білка і іншими показниками стираються.

Основні досягнення в селекції пшениці на якість зерна належать вченим південних регіонів, де є відповідні агрокліматичні умови (температура, вологість, родючість ґрунтів).

Показники якості продукції (вміст білків, клейковини, жирів, цукрів, вітамінів і ін.), як правило, позитивно корелюють зі стійкістю культивуємих рослин до абіотичних і біотичних стресорам і негативно з високою врожайністю. Найбільше значення в формуванні високих величини і якості врожаю грають ступінь продуктивності і стійкості в «критичні» етапи росту і розвитку рослин.

Найважливіші фактори підвищення цих показників за О. О. Жученко [5]:

- збір, ідентифікація, збереження і вивчення генетичної різноманітності рослин з метою широкого включення в селекційний процес гендонорів господарсько-цінних ознак і адаптивних реакцій;

- створення сортів, що поєднують високу потенційну врожайність і якість зі стійкістю до токсичних і несприятливих факторів зовнішнього середовища;

- використання головного механізму стійкості культурних видів рослин - уникнути дії стресових чинників у часі і просторі за рахунок адаптивного макро-, мезо- і мікрорайонування культур, а також оптимізації їх видової і сортової структури;

- конструювання високопродуктивних і екологічно стійких агроекосистем і агроландшафтів на основі використання більшого біологічного різноманіття культивованих видів і сортів;

- застосування біологічно-активних речовин, дозволяючих оптимізувати процеси росту і розвитку рослин відповідно до погоди та інших умов зовнішнього середовища;

- більш диференційоване (високоточне) у часі і просторі використання природних, техногенних, біологічних, трудових та інших ресурсів;

- розробка стандартів показників фуражного зерна, вимог на технологічні і селекційні аспекти управління його якістю;

- використання механізмів і структур потенційної продуктивності, екологічної стійкості та якості врожаю;

- ефективне застосування техногенної енергії (добрив, пестицидів, зрошення, регульованого мікроклімату та ін.)

У минулих дослідженнях з селекції пшениці фокус уваги полягав в покращенні зернової продуктивності, але для озимої пшениці ігнорували важливість умов росту та розвитку на різних рельєфах. Під цими умовами ми в нашому дослідженні розуміємо перш за все рельєф земель для вирощування та виявлення їх впливу, які визначають рівень врожайності пшениці та якості зерна. Ці сільськогосподарсько-цінні ознаки в процесі взаємодії фактично визначаються особливостями сортів пшениці, їх екстенсивністю або інтенсивністю для сільського господарства. Сортові особливості це найбільш важливий і складний компонент, що безпосередньо або опосередковано впливає на продуктивність озимої пшениці, що пов'язаний з структурою рослині, а також взаємодією її із середовищем. Реалізація сортового потенціалу є адекватною відповіддю на тиск зростаючих потреб, викликаних постійним зростанням населення у світі в цілому. Тому екологічна оцінка нових сортів пшениці з високопродуктивним генетичним потенціалом при різних умовах, її складових та якості стала постійною метою у програмах з рослинництва та селекції [4].

З іншого боку, вирощування озимої пшениці є основою стійких врожаїв для нашої країни, а в усьому світі взагалі забезпечує понад 20% калорій та білків у харчуванні людини [3]. Орієнтуючись лише на ознаку зернова продуктивність, ми повинні розуміти, що будь-яка висока врожайність не має сенсу без належної якості для харчових та кормових потреб. У зрілому зерні 10-15% сухої маси - білок. Запасні білки зерна (переважно гліадини та глютеніни) містять близько 60-80% загального протеїну в зерні пшениці та метаболічних білках, решта складається з альбумінів і глобулінів (15–20%). Запасні зерна активно виробляються рослинами під час фази молочної та воскової стиглості зерна. Дві основні фракції запасних білків зерна – глютеніни та гліадини в суміші з водою утворюють реологічні та хлібопекарські якості пшеничного тіста. Ці білки, безумовно, в основному відповідають за в'язко-пружні властивості тіста [2]. Таким чином, компоненти запасних білків зерна пшениці визначають його економічну цінність.

Одним із головних напрямів у селекції зернових культур є поліпшення якості зерна, яка визначається вмістом білків, сирої клейковини, крохмалю, жирів, цукрів, незамінних амінокислот, вітамінів, мінеральних сполук і тісно пов'язана з такими ознаками, як продуктивність, тривалість вегетаційного періоду, стійкість до хвороб і шкідників [18]. Останнім часом попит на продовольчу пшеницю у світі зростає. В Україні виробляють лише 10–12% продовольчої пшениці, решта – кормова. Підвищення виробництва високоякісної пшениці – завдання державного рівня. Якість зерна пшениці є однією з найскладніших генетично обумовлених селекційних ознак, які досліджують учені багатьох країн світу. В Україні науково-дослідні роботи з генетичного поліпшення якості зерна злаків широко проводять у Селекційно-

генетичному інституті НААН України (Одеса) та інших установах.

Для правильного формування білкового комплексу необхідна наявності в ґрунті азоту та сірки, що сильно впливає на якісні та кількісні характеристики. Існує сильна негативна кореляція між показниками врожайності зерна та концентрацією білка зерна, тому збільшення врожайності зерна зазвичай негативно впливає на вміст білка зерна, а отже, на якість зерна [2].

Запасні білки з ферментативною функцією визначають якість та генетично обумовлений рівень хлібопекарських і технологічних властивостей пшеничного борошна. Вивчення генетичного контролю запасних білків злаків можливе лише за умови їх розділення на окремі поліпептиди, які контролюються окремими алелями генів[4].

Високі хлібопекарські якості пшениці визначаються вмістом окремих компонентів глютенінів. Початок формування однакових компонентів у різних сортів пшениці різний. Через 20 діб після запилення починається стрімке накопичення глютенінів, яке досягає піку на 28–31-шу добу після запилення, при-чому накопичення високомолекулярних глютенінів суттєво випереджає накопичення гліадинів [5].

Має місце тісний взаємозв'язок між кількістю білка в зерні і індексом врожаю [12; 13]. При широкому варіюванні основних ознак якості зерна важливо виділити генотипи, що стабільно формують високоякісну продукцію в різних еконішах[14; 15].

Переважна кількість генотипів, що поєднують високу продуктивність з вмістом білка ≥14%, виділено з комбінацій з найбільшим спектром мінливості при схрещуванні високо- і середньобілкових генотипів, а також середньобілкових форм між собою. Виявлені закономірності дозволяють цілеспрямовано отримувати популяції з селекційним матеріалом, що містить вище 14,0% білка.

Визначення запасних білків методом електрофорезу константних за фенотипом сімей селекційного розсадника дає можливість прогнозувати їх потенційні показники якості, що важливо при використанні карликових і напівкарликових форм, донорів стійкості до хвороб, а також оптимізувати обсяги повторного добору матеріалу в контрольному розсаднику. Це дозволяє створювати нові генотипи з високим вмістом білка, відмінною якістю клейковини, високими показниками виходу хліба з 100 г борошна і седиментації.

Здатність рослин адаптуватися і чинити опір несприятливим факторам навколишнього середовища – одне з визначальних умов їх існування, яке залежить від можливості реалізації захисних механізмів [10]. Реалізація процесу адаптації умовно може бути розділена на дві основні стадії: стрес-реакція і спеціалізована адаптація [17]. На першій стадії відбувається активна мобілізація або формування захисних систем, що забезпечують короткочасне виживання організму в умовах шкідливої дії стресора, під час другої стадії формуються адаптаційні механізми, відповідальні за перебіг онтогенезу в умовах тривалого впливу стресорного фактора [6]. На вплив стресорів, які мають різну природу, рослини здатні відповідати зміною проникності і заряду

клітинних мембран, балансу іонів, інтенсивності метаболізму, диференційованої експресії геному [18; 19].

Один з найбільш багатофункціональних стресових метаболітів рослин – концентрація розчинних цукрів. У вільному вигляді ці з'єднання може проявляти поліфункціональний біологічний ефект, що виявляється в осморегуляторній і протекторної функції. Стресопротекторна дія цукрів полягає в їх здатності прямо або опосередковано взаємодіяти з макромолекулами і тим самим сприяти збереженню їх нативної конформації. Безсумнівно, розчині цукри це один з компонентів стрес-реакції. Про це свідчить їх висока швидкість акумуляції, як від-повідна дія на прояв екстремального фактора, і відносна неспецифічність ряду біологічних ефектів [15].

Крім цього, вони виконують антиоксидантну, сигнально-регуляторну і енергетичну функції, за допомогою яких здійснюється підтримка клітинного гомеостазу і його перехід в новий адаптивний стан [15]. Зокрема, антиоксидантна дія пояснюється здатністю зв'язувати іони металів зі змінною валентністю і тим самим обмежувати неферментативні вільнорадикальні процеси [17].

Передбачається, що осмопротекторний вплив спостерігається в умовах загартовування рослин до морозу [17], оскільки при утворенні позаклітинного льоду клітини рослин піддаються зневодненню.

Кожен регіон характеризується специфікою прояви сприятливих і екстремальних екологічних чинників. Тому селекційні програми, особливо по озимим культурам, орієнтовані на максимальне використання сприятливих факторів зовнішнього середовища і стійкості до екологічних стресів, які найбільшою мірою обмежують величину і якість врожаю в певній зоні.

Однак у практичній селекційній роботі часто використовують результат - наслідки впливу стресових факторів на створювані генотипи і популяції, динаміці легкорозчинних вуглеводів у сортів озимої пшениці в зимовий період та попередньому виявленню їх на основі спеціальних тестів на стійкість до стресу приділяють недостатню увага. Для гарантованого відбору рослин з підвищеним рівнем стійкості, до якого-небудь стресу, необхідно підбирати об'єктивні показники для оцінки.

Для захисту від руйнівної дії холоду при зниженні температури в рослинах відбувається накопичення кріопротекторів. акумуляція цукрів індукується в умовах стресу як через збільшення синтезу, так і в результаті відновлення окисленої амінокислоти. Ступінь їх накопичення в вузлі кущення в критичний за температурних умов період перезимівлі служить цінним показником для визначення морозостійкості [6; 7].

Обґрунтування еколого-генетичних взаємозв’язків екогенетичної мінливості пшениці м’якої проводиться шляхом виявлення адаптаційної відповіді системи «генотип-мутагенний фактор» та виявленням шляхів усунення негативних наслідків і використання позитивних ефектів цих адаптаційних генетично-зумовлених механізмів в агроценозах зернових культур на аут- та демекологічному рівні.

Для цього в рамках кожної окремої дослідницької програми необхідно розв'язати наступні завдання: визначити специфічність дії чинників на клітинному рівні та встановити зв'язок цієї дії з феномом; виявити особливості та межі реалізації ознак продуктивності та якості, можливості використання норми реакції за цими ознаками як в оптимальних так і в граничних умовах; встановити частоту та спектр спадкових змін, особливості їх виникнення в залежності від суб'єкту дії, природи чинника, його дози або концентрації; виявити закономірності прояву позитивних змін в ценозі пшениці за продуктивністю та іншими господарчо-цінними ознаками; встановити ефективність окремих екогенетичних чинників та їх доз або концентрацій в індукції змін в залежності від генотипу вихідної форми; розробити методи оцінки отриманих форм за окремими цінними ознаками якості та стійкості до абіотичних стрес-чинників; довести можливість створення стабільних за зерновою продуктивністю і толерантністю до несприятливих екологічних чинників агроценозів пшениці м'якої озимої в умовах північної частини Степу України (або для інших еколого-географічних умов в залежності від місця розташування конкретної наукової установи.

Об'єктом дослідження для екологічної генетики є мінливість сільськогосподарської культури при дії мутагенних чинників різної природи на генотипи різної природи в залежності від особливості та способів отримання, генетично-контрольованих систем резистентності або толерантності до дії окремих екогенетичних чинників (або в комплексі).

Предметом дослідження є показники депресії (морфометричні параметри для післядії екогенетичних чинників), частоти хромосомних аберацій в першому поколінні після прямої чи рекурентної дії, частоти та спектри викликаних спадкових та модифікаційних змін, виникнення нових константних цінних ліній за всіма показниками ознак, мінливість окремих сортів та ознак залежно від природи, дози чи концентрації окремих екогенетичних чинників.

Методи дослідження – індукованого мутагенезу (гамма-опромінення та дія водних розчинів хімічних мутагенів на сухе дозріле насіння, визначення частоти і спектру мутацій в наступних поколіннях; польовий, біометричний та фізико-хімічний (закладання дослідів, облік та структурний аналіз урожайності, аналіз вмісту білку в наступних поколіннях після акту мутагенної дії з виділенням перспективних мутантних ліній, екологічне випробування отриманих ліній); цитологічні (анафазний метод), фізіологічні (аналіз фотосинтетичної активності, посухостійкості), і біохімічні (аналіз якості білку отриманих мутантних ліній), статистичні (оцінка суттєвої різниці середніх значень вибірок за t-критерієм та F- критерієм, кластерний та дисперсійний, факторний аналіз).

Загальна послідовність дослідження для програм з екологічної генетики наступна (*рис. 1*):



Рис. 1. Загальна схема дослідження зернових колосових культур для екологічної генетики

Перший етап – добір вихідного матеріалу для обробки мутагенними чинниками. Основним принципом добору генотипів як вихідного матеріалу як вихідного матеріалу повинно бути максимально широке використання еколого-географічного різноманіття.

Успішність використання мутагенних чинників переважно залежить від правильності застосованої стратегії дослідження. Ключовими чинниками, що визначають спектр та частоту мутацій, є тип мутагену, доза та час, за який відбувається накопичення дози, метод обробки (включаючи відбір матеріалу, підготовку та вирощування після обробки). Ці параметри повинні бути повністю оцінені та реалізовані відповідно до мети проекту та доступних для його виконання ресурсів. Чутливість до фізичних та хімічних мутагенів за багатьма культурами вже давно оцінена та розроблені відповідні рекомендації, але вони все одно повинні бути скориговані та не сприйматися як остаточне рішення, особливо для видів рослин, які недостатньо вивчені, та для окремих генотипів, зважаючи на дуже високу залежність між генотипом рослини та чутливістю до мутагенної дії. Завжди спочатку треба оцінити придатність конкретних доз та межі витривалості рослин до них [11; 12].

До ефектів, що становлять інтерес для дослідників у рослинних системах, які отримали мутагенну дію, належать мутагенна депресія в першому поколінні (аналіз фенотипових особливостей післядії мутагенних чинників) та різноманітні типи хромосомних порушень у клітинному апараті під час поділу. Нижче описано світові тенденції з вивчення цих явищ та коротко проаналізовано розвиток досліджень у цьому напрямку [14].

Хімічні та фізичні мутагени пошкоджують складові клітини, включаючи ДНК та білки. Наприклад, радіація спрямовано викликає в ДНК подвійні перебудови, у той час як хімічні мутагени, взаємодіючі з ДНК, викликають різні типи пошкоджень. Такі пошкодження є причиною затримки в клітинному розвитку та рості, аномальностей при клітинному поділі та хромосомних і генних мутації. Токсичність мутагенів також призводить до фізіологічних пошкоджень оброблених тканин, частин рослин та навіть тих частин, що не зачеплені безпосередньо мутагенною дією. Поєднання впливу мутагенів на спадковий матеріал (на генному та хромосомному рівнях) та первинні пошкодження призводять до затримки в рості та розвитку рослини та зниження фертильності й здатні спричиняти летальні наслідки в першому поколінні (М1) [16].

Тобто як фізичні, так і хімічні мутагени здатні викликати два типи ефектів при дії у М1 рослин: фізіологічні пошкодження (первинні пошкодження) та ДНК-пошкодження (наслідки на рівні хромосом). Останній тип пошкоджень і є основним об’єктом досліджень будь-якої програми з екологічної генетики та моніторингу [17].

Більшість пошкоджень рослин, що проявляються в першому поколінні, є наслідком першого типу пошкоджень, тобто фізіологічних наслідків мутагенної дії. Пошкодження рослин показують рівень дії мутагенного чинника, їх можна встановити за декількома параметрами. Фізичні пошкодження вимірюються за показниками?) зниження схожості насіння, енергії проростання, виживання проростків та підвищення загибелі дорослих рослин. Ці показники визначають для встановлення порогових меж у використанні доз, необхідних для індукції мутацій (отже, показники схожості та виживання обмежують практичне застосування високих доз у мутаційній генетиці) [15].

Особливо чутливими до мутагенної дії об’єктів є проростки, які досить результативно використовуються для вимірювання ефектів, викликаних мутагенною дією. Висота та довжина кореневої системи для проростків – найбільш прості та показові параметри для таких досліджень. Довжина пагонів звичайно використовується як індикатор відповіді генотипу на мутагенну дії. Існують багато методів оцінки залежності зміни висоти проростків від дози мутагенів залежно від біологічного виду й суб’єкта дії [1, 11].

Але, як відомо, цей параметр варіює не лише для окремих видів, але й для окремих генотипів (сортів, ліній, гібридів) у рамках одного виду залежно від рівня толерантності до мутагенної дії. Причому межі варіації доволі високі. Так, у результаті дослідження поліпшеного сорту рису IR29 порівняно зі стандартом для виробництва – сортом Pokkali встановлено, що під час дії різних доз гамма-променів (до 500 Гр) нові, поліпшені сорти, як правило, більш чутливі до цієї

дії та прояв мутагенної депресії у них набагато вищий 12].

Взагалі, сорти та гібриди культурних рослин більш чутливі до мутагенних чинників, ніж їхні дикі родичі. Це стосується як висоти проростків, так і довжини кореневої системи [11]. Це показано для таких культур, як ячмінь, кукурудза, пшениця та інші.

Як правило, для визначення мутагенної депресії використовують такі параметри (пошкодження) рослин у М1 поколінні):

1. Висота проростків на ранніх стадіях розвитку після проростання. Зазвичай визначається в штучних умовах теплиць або фітотронних комплексів.

2. Довжина первинної кореневої системи на перших стадіях розвитку проростків (сходів) у польових або штучних умовах.

3. Схожість та густота стояння в польових або штучно контрольованих умовах.

4. Виживання в польових або штучно контрольованих умовах (теплиці, фітотрони).

5. Кількість повноцінних, повністю розвинених, не стерильних квіток на одну рослину.

6. Кількість повноцінних, повністю розвинених, не стерильних квіток на одне суцвіття.

7. Кількість насіння з одного репродуктивного органу (суцвіття).

8. Врожайність з розрахунку на одну рослину [19].

Перераховані показники належать до морфометричних параметрів проростків або повністю сформованих рослин. Але не всі параметри морфометрії можна використовувати для визначення рівня мутагенної депресії, особливо при дослідженні помірних доз та концентрацій мутагенів, а залежно від рівня варіабельності параметрів, який визначається експериментально [18].

Мутагени у високих дозах та концентраціях можуть повністю пригноблювати здатність до проростання насіння. Загибель, коли проростки рослин нездатні до росту та розвитку, та в’янення рослини часто також є наслідком високих доз. Високі дози мутагенів суттєво підвищують стерильність рослин у М1 та в екстремальних випадках призводять до цілковитої стерильності. З того часу як було встановлено прямий зв'язок між реакцією рослин та дозами мутагенів, частоту схожості та виживання, як і зниження фертильності, можна використовувати для визначення оптимальної дози мутагенів для обробки рослинних популяцій [17].

У той час як частота сходів може бути підрахована через відносно короткий період часу після посіву, частота виживання рослин визначається вже в стиглому стані (при збиранні врожаю) для М1 популяції (але слід зауважити, що для озимих культур достатньо підрахунку після зимівлі – цього комплексу несприятливих зимових чинників достатньо для добору життєздатних рослин, загибель пізніше майже виключена; для ярових злакових культур достатньо стадії трубкування, максимум – колосіння) [16].

За загальною класифікацією виживання обробленої популяції визначають як кількість рослин, що повністю пройшли весь життєвий цикл та утворили хоч одну квітку, суцвіття, не зважаючи, чи привело це до формування насіння.

Насправді, рослина може загинути в будь-який час між посівом та повною стиглістю. Відсоток виживання, визначений у контрольованому середовищі, може значно відрізнятися від цього показника в польових умовах, особливо в разі виникнення несприятливих умов у навколишньому середовищі [16].

Зниження фертильності в М1 рослин може проявлятися в різних формах.

1. Повна зупинка в рості та розвитку, що повністю виключає цвітіння.

2. Квітки повністю сформовані, але недорозвинені репродуктивні структури.

3. Репродуктивні структури повністю сформовані, але пилок нежиттєздатний (найбільш поширений випадок).

4. Запліднення проходить нормально, але розвиток зародка припиняється незадовго до дозрівання.

5. Утворюється насіння, але воно не сходить або гине після проростання [12].

Виділяється чотири основні групи причин, які викликають стерильність у першому поколінні [11]:

1. Хромосомні мутації (трапляються в більшості випадків, особливо характерно для фізичних мутагенів).

2. Генні мутації.

3. Цитоплазматичні мутації.

4. Фізіологічні порушення.

Навіть при обробці мутагенами в порівнянних дозах ступінь стерильності в першому поколінні варіює поміж окремими рослинами та навіть квітками й суцвіттями в однієї рослини. Ця варіабельність спостерігається всередині обробленої популяції рослин. Кількість насіння як критерій використовується для представлення параметра стерильності у більшості випадків. Враховуючи такий високий рівень мінливості серед рослин, в аналізі за будь-яким з вищенаведених показників для оцінки використовується велика кількість репродуктивних частин рослин [6].

Дія мутагену напряму залежить від його дози. Але ефект дії дози не завжди лінійний. Зі зростанням дози мутагенний вплив на ріст та розвиток рослин зростає. Низькі дози навіть здатні викликати стимуляційний ефект при дії на пилок та схожість насіння, висоту проростків та довжину первинної кореневої системи й показників при культивуванні in vitro [17].

Пріоритетом у використанні мутагенів з практичною метою є визначення ефективної дози. За відсутності детальних даних при випробуванні в невеликих об’ємах необхідно оцінювати оптимальну дозу для першого покоління мутантних рослин, враховуючи два показники: LD50 (ЛД50) та RD50. ЛД50 – це доза, після використання якої спостерігається загибель 50 відсотків проростків або рослин. RD50 не має прямого термінологічного аналога у вітчизняній практиці, згідно з міжнародним визначенням при цій дозі відбувається зниження росту та насіннєвої продуктивності на рівні 50 відсотків від обробленої популяції [18].

Як зазначено вище, висота проростків та довжина первинної кореневої системи зазвичай використовується для визначення ефективності дози мутагену.

Вирощування в контрольованому середовищі або в теплицях з подальшим вимірюванням отриманих рослин порівняно з необробленим контролем дозволяє визначити рівень мутагенної депресії. Також можливо використання таких параметрів, як частота проростків/появи рослин, хлорофільні мутації, будь-яких інших показників, які відтворюють рівень ураження фізичними чи хімічними мутагенними чинниками. У польових умовах для цього варто використовувати показники структури врожайності (окремі параметри структури визначають залежно від біологічних особливостей культури) [18].

Слід зауважити, що зв'язок між впливом на ознаки в першому поколінні рослин, що отримали мутагенну дію, та частотою мутацій є досить сильним для мутагенних чинників, особливо при дії різних типів опромінення. Але при використанні нейтронів та космічних променів такий зв’язок стає дещо слабшим [19].

У дослідженні показників росту та розвитку застосовують поверхневий метод, який особливо широко використовується для насіння бобових і злакових культур та інших культурних рослин, що мають насіння приблизно таких же розмірів. Для цього способу оброблене нагрівом або паром для стерилізації насіння висівають у теплицях у підставки зі шпаринами для дренажу й підтримують певну вологість для забезпечення проростання насіння. Насіння висівається рядками відповідно до потреб кожної культури. Контейнери, що зазвичай використовуються у відділі мутаційної селекції МАГАТЕ, мають розміри 400 х 600 х 120 мм і пристосовані для одночасного вирощування 4–7 рядів залежно від різновиду рослин та орієнтації контейнера [14].

Насіння висівається відповідно до зростання дози з повторностями, що висіваються в різних контейнерах. Методика посіву передбачує просту та швидку візуальну оцінку різних варіантів обробки, але досить обмежена при оцінці проростків на ранніх стадіях розвитку. Як альтернатива, насіння можна висівати в окремі горщики або комірки в контейнерах. При цьому типі посіву досить просто досліджувати рослини на пізніх стадіях [15].

Умови зволоження та поживних речовин, глибина посіву насіння повинні бути однаковими для всіх обробок.

Метод чашок Петрі. Цей метод ефективний для насіння злакових культур або насіння менших розмірів та рослин, що потребують більше світла для проростання. Насіння розміщують на вологому фільтрувальному папері в чашках Петрі. Папір підтримують весь час у вологому стані, оскільки проростання сильно залежить від доступу до вологи. Особливою загрозою при цьому методі дослідження є зараження грибковими інфекціями. Методи запобігання – стерильний папір, стерильні чашки, дезінфікована вода та насіння (відповідним розчином дезінфікується поверхня).

Пророщування у фільтрувальному папері за шарами. Насіння попередньо замочують та розміщують між шарами фільтрувального паперу, які перебувають під невеликим тиском та розміщені вертикально у відповідних поставцях. Поставці розташовують у пластикових контейнерах з водою. Цей метод спеціально розроблений для злакових культур, але вимагає багато ручної праці та спеціального обладнання, такого як пластикові контейнери з кришками

та зволожувачі.

При використанні будь-якого із цих трьох методів рослини повинні вирощуватись в середовищі при клімат-контролі чи в однакових секціях теплиці. Дослідження зазвичай потребує в тепличних умовах майже 100 насінин для кожної дози без повторностей, 20–25 насінин на дозу при 3- та 4-кратній повторності та відповідної кількості необробленого насіння для порівняння й контролю [16].

Висота рослин визначається як інтенсивністю поділу клітин, так і їх ростом та являє собою дуже простий та швидкий спосіб визначення ефекту мутагенної обробки. При цьому визначення значущих відмінностей у затримці й зниженні росту та розвитку в проростків на ранніх стадіях вирощування може бути ускладнене. Отже, перше вимірювання відбувається при настанні фази першого справжнього листка в необробленому контролі, коли він зупиняє свій ріст. Також для вимірювання довжини рослини найкращим є час, коли перший справжній лист перестає рости в ширину. Треба зауважити, що в разі використання низьких доз різниця між обробленим варіантом та необробленим контролем може бути в межах нормального відхилення й може не бути статистично достовірною [17].

Існує доволі багато відмінностей у рості та розвитку однодольних та дводольних рослин, тому під час збору даних щодо морфогенезу таких культур слід робити на це поправку в протоколах вимірювання пошкоджень рослин, які отримали мутагенну дію. Для однодольних виконується вимірювання проростків від поверхні землі до кінчика першого чи другого листка. Для лабораторних методів (у чашках Петрі та фільтрувальному папері) вимірювання виконується від осі зародка. Для проростків злакових культур листок, який з'явився першим з колеоптилю, і є першим справжнім листком. Проростки, де є тільки колеоптиль та не з'явився перший справжній листок, не повинні використовуватися у цих дослідженнях [15].

У злакових зниження за висотою проростків (при дослідженні впливу доз мутагенів) є більш чітким порівняно з контролем при довжині коренів контролю на рівні 11–20 см. Зокрема, у ячменя заміри цього параметра зазвичай виконуються на 10–14 день, коли висота проростків досягає в контролі 16–20 см.

Що стосується дводольних рослин, то під час проростання відбувається вихід сім´ядолей крізь поверхню ґрунту. Довжина вимірюється між точкою прикріплення сім´ядолей та кінчиком першого листа або верхівкою стебла. Зона гіпокотилю відносно менш інтенсивно ушкоджується радіацією, оскільки ріст відбувається переважно за рахунок подовження клітин, а не за рахунок клітинного поділу [15].

Епікотль проявляє більшу мітотичну активність, отже, сильніше вражається мутагенним чинником. Висота рослин може також вимірюватися від рівня ґрунту до кінця першого листка або стебла [14].

Після виміру радіосенсетивності графік зниження значення параметра (що зазичай виражається у відсотках від контролю), як правило, відповідає нормальному розподілу (крім критичних доз). Суттєво ці значення не

змінюються в межах однієї культури та досить легко визначаються на кривій розподілу за наявності летальних доз.

До факторів, які можуть впливати на прояв мутагенної депресії, відносять, по-перше, рід, вид та, в меншій мірі, сорт (генотип); ця різниця зумовлена різницею структури генотипу, фізіологічних, морфологічних та інших біологічних модифікуючих факторів (таких як онтогенез). По-друге, фактори зовнішнього середовища (такі як наявність вільного кисню та вологість), які в комбінації з вищенаведеними здатні значно підсилити або знизити мутагенну дію. Широка мінливість відносно дії мутагенів зазвичай спостерігається залежно від ботанічного виду рослини та серед ліній, що належать до одного виду. Вона описується спеціальним ядерним індексом (кількістю хромосом в інтерфазі, «interphase chromosome volume» (ICV), тобто клітини, що перебувають в інтерфазі в меристемі корінців, визначаються за вмістом ядерної речовини – за кількістю хромосом, вмістом ДНК та рівнем плоїдності. Більше значення цього індексу на тому самому рівні плоїдності відповідає вищому рівню радіосенситивності [11].

Залежно від того, обробляється вегетуюча частина рослин чи насіння, цей індекс може бути більш або менш тісно пов'язаний з рівнем прояву мутагенної депресії (так, при обробці рослини коефіцієнт регресії наближається до -1, при обробці насіння значно менш явний та значущий лише при різниці за межами ботанічного виду).

Іншим фактором є рівень плоїдності. Поліплоїдні рослини більш толерантні до порушень структури ДНК, ніж диплоїди. Рівень такої толерантності може збільшуватися від 2 до 22 раз порівняно з диплоїдними родичами залежно від особливостей конкретного генотипу [10].

Також радіосенситивність залежить від системи репарації ДНК рослини. Найяскравішим прикладом для такої залежності є у 2–2,5 рази більша (у середньому) чутливість до дії радіації в дерев'янистих, ніж у трав'янистих рослин.

Показовим прикладом різної радіосенситивності залежно від генотипу є дослідження Takagi (1969) [15], який показав, що при одномоментній дії гамма-променів на насіння сої ЛД50 варіює від 60 до 320 Гр, від високосенситивного сорту Лексингтон до стійкого сорту Віргінія. Таким же чином відбувалася дія і хронічного гамма-опромінення – Лексингтон витримував до 0,17 Гр/день (ЛД50), у той час як стійкий сорт до 1,05 Гр/день (як ми бачимо, стійкість до гамма-опромінення суттєво не залежить від того, чи хронічне це опромінення, чи ударна однократна доза – градація між генотипами однакова).

Як встановлено, низька чутливість до одноразової дії гамма-променів контролюється рецесивними генами rs1 та rs2, стійкість до хронічного гамма-опромінення – рецесивним геном rs1. Але подвійні рецесивні генотипи (rs1rs1rs2rs2) відомі своєю винятковою радіочутливістю та більш серйозними ушкодженнями ДНК, ніж rs1rs1++ генотипи. Такий самий rs1 ген, що контролює чутливість до гамма-променів, був знайдений у інших, зокрема злакових, культур [15], але в частині інших культур такий олігоген не знайдений, для них радіочутливість контролюється полігенною системою [14].

Фактори зовнішнього середовища, що модифікують мутагенну дію, досить різноманітні. Провідним фактором є наявність вільного оксигену, у той час як вологість, температура та умови зберігання є другорядними факторами [11]. Наявність вільного оксигену може збільшити біологічні ушкодження внаслідок дії радіації в десятки раз. Вологість насіння, яке зберігається, також здатна впливати на радіосенситивність, але механізм цієї дії не зовсім зрозумілий (відомо, що вологість нижче ніж 14 % веде до збільшення чутливості як до гамма-, так і до рентгенівського проміння). Van Harten (1989) [17] запропонував гіпотезу, згідно з якою це пов'язано з більшою здатністю сухого насіння утримувати радикали, що отримуються внаслідок дії радіації. Це збільшує ймовірність виникнення мутацій, у той час як в більш вологому насінні активніше відбувається транспірація вологи та концентрація радикалів швидко зменшується.

Оскільки в наших дослідженнях ми використовували саме насіння, оптимум для його обробки, з огляду на мінімізацію впливу факторів довкілля, становить 12–14%. Для деяких мутагенних чинників, зокрема для швидких нейтронів, теплових нейтронів, це не є важливим, оскільки суттєво відрізняється механізм мутагенної дії [18].

Порівняно з цими двома факторами, температура відіграє суттєво менш важливу роль для насіння, для рослин у першому поколінні низька температура збільшує мутагенні пошкодження та частоту мутацій. Для хімічних мутагенів вплив температури більш значущий, незважаючи на суб'єкт мутагенної дії, і теж повинен відповідно регулюватися (для цитологічного аналізу бажано підтримувати температуру на рівні оптимальної для пророщування).

Вік насіння та умови його зберігання після дії радіації також є важливими для коливання частоти ДНК-ушкоджень. Рекомендується висівати насіння одразу після обробки, а якщо це неможливо, зберігати його в сухому стані, при низьких температурах, у темному приміщенні, що провітрюється. Насіння в активному стані, де йде прискорений поділ клітин (зокрема, під час проростання), є більш вразливим об'єктом, ніж насіння в стані спокою [15].

Опромінення, залежно від того, які мутації та в якій частоті необхідно викликати, може виконуватися трьома шляхами [14]:

- хронічне опромінення рослин досить тривалий період часу, зазвичай від тижня до місяця, відносно малими дозами радіації (гамма-теплиці та поля);

- окрема ударна відносно висока доза радіації в короткий проміжок часу (не більше хвилини) – відповідає звичайним дослідженням, як правило, зазвичай застосовується для насіння або проростків;

- повторна (рекурентна) дія, що включає обробку нащадків, уже оброблених у попередньому поколінні рослин (частково досліджуваний нами ефект).

Як окремий тип мутагенної дії визначають повторну обробку іншим типом мутагену, наприклад: обробити попереднє покоління хронічним опроміненням, а наступне – ударною дозою чи хімічним мутагеном. Відзначається, що в деяких випадках спостерігаються суттєві відмінності в прояві мутагенної депресії за такої дії, але особливості таких явищ недостатньо

вивчені [14].

Вважається, що до найбільшої кількості мутацій призводить саме дія одноміттєвої ударної дози. Ця позиція не підтверджена експериментами, але є наслідком вивчення кількості мутантних форм, отриманих за різних типів дії. На наш погляд, ця позиція не зовсім коректна, оскільки може бути пов'язана лише з тим, що кількість таких експериментів була набагато більшою.

Є загальновизнаним, що особливості мутагенної дії залежать не лише від загальної отриманої дози, але й від часу дії мутагену та кількості мутагену, що отримає рослина за одиницю часу. Досі остаточно не визначено, чи існує лінійна залежність між дозою та частотою мутацій [14], чи залежність не така чітка та ясна й може порушуватись [15]. На наш погляд, що підтверджений позицією деяких іноземних вчених, ця залежність явна й чітка до досягнення критичної дози чи концентрації. При врахуванні ж результатів дії посткритичних та критичних доз залежність порушується. Але ця грань індивідуальна й залежить від генотипу.

Питання залежності між дозою чи концентрацією мутагену та ушкодженнями (мутагенною депресією) у першому поколінні є неоднозначним. Так, за наслідками в першому поколінні порівнянні дози хронічної та одноміттєвої дії суттєво не розрізняються. При хронічному опроміненні більше значення має кількість радіації за одиницю часу, ніж загальна доза. У разі низької щільності потоку при хронічній дії репараційні механізми здатні суттєво знизити негативний ефект. Також дія залежить від часу клітинного циклу рослини – більш короткий цикл клітинного поділу призводить до зниження мутагенного впливу (іноді у два чи більше разів) [14]. Іноді хронічне опромінення викликає більший рівень мутагенної депресії, ніж ударна доза [15], але це характерно для метаболічно активних об'єктів.

Отже, провідними факторами, що впливають на таку залежність реакції від дії мутагену, є різниця в генотипі вихідної форми, розміри хромосом, активність систем репарації та тривалість мітотичного циклу.

Дослідження з обробки матеріалу, що отримані під впливом мутагенних чинників (повторна дія протягом одного покоління або повторна обробка в наступному поколінні) відомі як рекурентна обробка. При дослідженні обробки того самого або наступного покоління (інтенсивні дослідження відбувалися протягом 1940–1960 рр.) на великій кількості мутагенних чинників – гамма- та рентгенівське проміння, ЕМС, швидкі нейтрони – отримані досить суперечливі результати. На початку досліджень сподівалися здобути суттєве підвищення мутагенної активності, та, як наслідок, підвищення частоти та розширення спектра отриманих мутацій. Але в більшості випадків встановлено, що радіочутливість, частота мутацій та їх спектр при повторному опромінені не лише не зростає, але й суттєво знижується. До цих самих наслідків призвела й повторна дія ЕМС після обробки фізичними мутагенами. Спостерігалося лише підвищення ймовірності виникнення окремих мутацій та був зроблений висновок про більшу ефективність використання однократної обробки мутагенними чинниками. Досліди проводилися до третього покоління на ячмені. Слід зауважити, що рівень прояву мутагенної депресії не вивчався на інших

хімічних мутагенах та обмежувався лише вищенаведеними дослідами [11].

Крім вивчення наслідків на рівні організму, під час дослідження ефективності та рівня мутагенної активності окремих чинників використовують зміни на рівні хромосомного апарату клітини. Цитологічні дослідження є невід'ємною частиною дослідів у першому поколінні рослин, що отримали мутагенну дію.

Наслідки хромосомних порушень настільки ж різноманітні, наскільки різноманітні причини, що їх викликають. Це можуть бути як наслідки дії канцерогенних речовин, так і спонтанні порушення при онтогенезі. У поєднанні з генними мутаціями (хоча ми тільки починаємо розуміти природу їх взаємозв'язку) вони є основними причинами усіх генетичних та еволюційних змін. У широкому сенсі, хромосомні порушення стали інструментом, можливо навіть найточнішим, для ідентифікації як окремих хромосом, так і генів клітинного ядра, його складових, визначенню, як вони працюють та що їм потрібно для виконання їх роботи в живому організмі [13].

Хромосомні аберації вже достатньо давно загальновизнані як основний біомаркер прояву впливу різних мутагенів (іонізуючого проміння та генотоксичних хімічних речовин) на живий організм на клітинному рівні. Численні структурні аберації особливо впливають на ріст та розвиток рослин. Рівень спонтанних хромосомних аберацій для будь-якої живої істоти досягає в середньому 0,6 %. Хромосомний аналіз спонтанних аберацій показує, що майже в 50 відсотках випадків абортивність зародків зумовлена саме ними. Багато спадкових хвороб безпосередньо асоційовані з ланками хромосом, що характеризуються високою ймовірністю виникнення таких змін. Сучасні дослідження показують високий рівень зв'язку між частотою спонтанних хромосомних аберацій у популяції та рівнем мутабільності. Ці спостереження підкреслюють важливість розуміння механізмів, задіяних у виникненні хромосомних аберацій [14].

Зміни структури й кількості хромосом можуть бути викликані як зовнішніми, так і внутрішніми чинниками. Хромосомні зміни, що ведуть до мутацій, були вперше описані на прикладі Oenothera де Фрізом. Подальші дослідження деяких видів рослин показали, що ці зміни є складним комплексом транслокацій. Але вже ранні дослідження інших об'єктів довели, що інші типи змін (зокрема, парацентричні інверсії) досить часто є більш ймовірними причинами мутацій, ніж нечисленні транслокації. Уже на ранніх етапах досліджень стало зрозуміло, що хромосомні аберації відіграють суттєву роль в еволюції живих організмів. Дослідження хромосом кукурудзи в пахітені дозволили встановити, що спонтанний характер мають такі типи перебудов, як делеції, дуплікації, інверсії та транслокації (тобто спонтанні мутації можуть мати будь-який характер) [15].

У ході подальших досліджень виявили, що такі аберації генетично зумовлені контрольними елементами, що притаманні геному будь-якого організму.

Дослідження з впливу радіації на біологічні об'єкти, включаючи особливості виникнення хромосомних аберацій, розпочиналися ще на початку

20-го сторіччя, але недостатня інструментальна база для такого типу досліджень не дозволила виконати відповідним чином інтерпретацію отриманих даних.

Рослини як об'єкт такого типу досліджень, на відміну від інших модельних об'єктів, дають можливість дослідити типи та частоти хромосомних перебудов безпосередньо при першому мітотичному поділі після опромінення. Серед рослин пріоритет мали організми з великими лінійними розмірами хромосом та малою їх кількістю (такі як традесканція, віка). Різновиди хромосомних перебудов, що спостерігалися після обробки радіоізотопами, були вперше систематично описані Саксом [16]. Слід підкреслити, що ці дослідження виконувалися задовго до встановлення структури ДНК та власне хромосом. Були сформовані деякі початкові теорії щодо механізмів виникнення хромосомних аберацій [15]. Порушення у хромосомах як під час спокою, так і під час поділу виникали завдяки іонізації при дії елементарних часток. Такі зміни могли як залишитися, як є, так і дати початок термінальній делеції, реституції чи помилкам у поруч розташованих ділянках хромосом, викликаючи різні типи аберацій. Більшість порушень відновлювалась дуже швидко і не мали суттєвих наслідків (відбувалася реституція). Частота аберацій безпосередньо залежала від дози радіації, типу аберації та типу опромінення. У випадку рентгенівського та гамма-опромінення прості одиночні порушення прямо та лінійно залежать від величини дози. Зміни цієї закономірності зі зростанням дози пов'язані з виникненням уже двох або більше одночасних порушень. У випадках однократних великих доз усі порушення відбуваються одночасно, кількість помилок збільшується та частоти зростають у квадраті. У випадку хронічної дози реституції більш ймовірні й кількість перебудов знижується. Якщо мова йде про високоенергетичні частки, усі типи аберацій проявляються в лінійній залежності від дози. Зміни в частоті виникнення аберацій можуть відбуватися?, якщо аберація є наслідком дії більш ніж одного порушення при одночасному її виникненні. Такий висновок дійсний у переважній більшості випадків та може пояснити більшість даних, отриманих для будь-яких клітин.

Перші роботи [14] з цього приводу на початку 60-х років 20-го сторіччя продемонстрували наявність трьох фаз в інтерфазі та показали, що іонізуюче опромінення викликає в пресинтетичній фазі (G1) хромосомні аберації, у синтетичній (S) (переважно) та постсинтетичній (G2) (виключно) хроматидні аберації.

Щодо хімічних речовин, що використовувались (і використовуються) як мутагени, встановлено, що так звані «радіоміметики» індукують ті самі типи та частоти аберацій, що й іонізуюче опромінення. Але хімічні мутагени, які не індукують зміни спрямовано (залежно від структури ділянки ланцюга ДНК), є причиною лише хроматидних перебудов, незважаючи на фазу синтезу ДНК. Переривання фази синтезу є необхідною умовою для візуалізації таких змін [234]. УФ-опромінення спричинює схожі з такими мутагенами порушення. Отже, була виконана класифікація мутагенів як залежних від цієї фази та незалежних [16]. Алкілуючі речовини є найбільш важливою частиною хімічних

мутагенів, які широко досліджувалися для експериментального мутагенезу в 70– 80-ті роки XX ст. Більшість ранніх досліджень отримані при експериментах з рослинними клітинами [17]. Одним з найбільш істотних спостережень стало встановлення, що перебудови, викликані цими речовинами, були не випадковими. Гетерохроматин був набагато більш залучений до змін, ніж еухроматин [18]. Ці дані дали можливість зробити висновки щодо залежності між складом ділянки хромосоми та частотою аберацій при дії хімічних агентів. Ця закономірність була підтверджена для усіх об'єктів.

Серед алкілуючих агентів речовини з двома функціональними групами більш ефективні в індукції хромосомних аберацій, ніж з однією (для будь яких клітин) [19]. Функціональна здатність залежить від спорідненості до відповідної ділянки ДНК. N-7 гуанін більш споріднений до ДНК структури ніж O-6 атом гуаніна чи фосфатної групи. Отже, речовини з першим варіантом функціональної групи більш активні як мутагени – так, диметилсульфат чи метилметансульфонат більш ефективні в індукції хромосомних аберацій, ніж етилметансульфонат чи ізопропилметансульфонат для рослинних клітин. Крім того, існують декілька типів хімічних мутагенів серед алкілуючих агентів з різними типами дії, які здатні ефективно індукувати хромосомні аберації. Це, наприклад, інгібітори синтезу дезоксирибонуклеотидів, денатурації та деградації ДНК, які призводять до нестабільності ДНК через хімічні реакції та/або специфічно впливають на окремі мінорні послідовності. Дія цих мутагенів дуже різноманітна, залежно від конкретних модифікацій та стадії клітинного циклу.

Усі ці теоретичні дослідженні, які було наведено вище, привели до розробки низки практичних методик. In vitro тест хромосомних аберацій та in vivo аналіз мікроядер були введені як тест-системи для мутагенів до національних та міжнародних інструкцій та регуляторних актів. Декілька міжлабораторних дослідницьких програм з цієї тематики було започатковано в 70-80-ті роки XX сторіччя для стандартизації лабораторних протоколів у цій сфері [15].

Для моніторингу популяцій, вразливих до мутагенної дії, використовують як аналіз хромосомних аберацій, так і мікроядерний аналіз. Подальші дослідження зі спонтанних перебудов у хромосомах призвели до встановлення шкодочинності ряду речовин [7]. Виявлено, що хромосомні аберації є найбільш чутливим показником забруднення довкілля [6]. Наразі відповідні методики рекомендовані до застосування ВОЗ [11]. Стабільне виникнення перебудов на окремих ділянках хромосом є показником наявності відповідних генів та генних комплексів, потенційно більш вразливих до мутагенної дії [14]. Також ці показники враховують під час визначення оптимальних та порогових доз у роботі з радіаційним опроміненням. Така техніка моніторингу є тривіальною для місцевостей, де існує підвищена небезпека радіаційного забруднення або висока ймовірність випадкового його виникнення [14].

Визначається напрямок ретроспективної дозиметрії, коли при оцінюванні рівня транслокацій у хромосомному наборі клітини визначаються колишні ризики, пов'язані з мутагенними чинниками, та можливість прогнозування

таких випадків надалі [15]. Такі техніки досить широко використовуються для територій типу ЧАЕС [16], зокрема FISH-аналіз. У випадках, коли рівень забруднення низький (<20 сГр), дуже складно оцінити небезпечну дозу, коли дуже високий (більше за 2 Гр) – частота транслокацій зменшується з часом [16]. Найбільш оптимально виконувати оцінку цими методами в діапазоні доз 0,5–1,5 Гр. Зважаючи на високу ціну та не завжди чітку інтерпретацію результату, ця методика використовується досить обмежено для ретроспективної дозиметрії і тільки у випадках крайньої необхідності.

Два явища безпосередньо пов'язані з індукцією хромосомних аберацій – так звана адаптивна відповідь та нестабільність геному. Адаптивна відповідь вперше була продемонстрована на прикладі мутацій у бактерій [15], пізніше таке саме явище було ідентифіковано й у інших об'єктів [18]. Особливо воно властиве для радіаційного мутагенезу. Хоча є гіпотези щодо механізму цього явища, остаточного обґрунтування цьому ефекту немає [14]. Щодо нестабільності геному, то тут спостерігається явище, безпосередньо пов'язане з характером генотипу конкретної особини, вочевидь з наявністю мутабільних локусів. Механізм явища не зовсім зрозумілий, оскільки він не пояснюється жодним базовим принципом радіобіології, такими як залежність від дози, типу елементарних часток чи залежності частоти від дози [11; 13].

Використання експериментального мутагенезу дозволяє досить ефективно змінити культурну рослину як для поліпшення окремих ознак, так і для отримання нових ознак, що не мають аналогів серед вже існуючого матеріалу або мають додаткові негативні якості. Ознаки, отримані при індукованому мутагенезі, переважно мають природні аналоги, але досить часто використання цих аналогів неможливе або надзвичайно складне. Крім того, треба зауважити, що цінні для господарського процесу властивості мають переважно рецесивний характер [15].

Можливості використання експериментального мутагенезу в цій сфері можна розділити на декілька основних напрямків:

- створення нових форм з кращого вихідного матеріалу за однією або декількома (до трьох) ознаками, що вимагають поліпшення цієї форми в рамках постійного селекційного процесу;

- створення позитивних форм як побічний результат програми з дослідження генетичних систем контролю окремих ознак (переважно за стійкістю до окремих збудників хвороб та абіотичних стресів);

- використання мутагенів in vitro (особливо для так званих вегетативних мутантів) та дигаплоїдів;

- використання мутагенезу для поліпшення харчової цінності вже існуючих сортів та гібридів культурних рослин;

- використання спонтанних мутантів, особливо відібраних у місцевостях, забруднених мутагенними чинниками (переважно радіоізотопами) [15].

Лише перший та останній напрямки можна віднести до традиційних з погляду парадигми розвитку екологічної генетики до геномної ери. Напрями в цьому випадку розташовані за їх значущістю та частотністю використання протягом розвитку практичних програм з експериментального мутагенезу

рослин. Якщо брати сучасну картину, то другий та третій напрямки значно випередили перший (більш традиційний для 70–80-х рр. XX ст.). Найстарішим є, звичайно, останній напрямок [13].

Протягом декількох тисячоліть стихійна селекція базувалася на доборі спонтанних мутацій. Переважна більшість вирощуваних рослин набула культурних ознак внаслідок спонтанних мутацій на тлі постійного пошуку людиною корисних для отримання харчової продукції форм. Така постійна взаємодія природи та людини спричинила отримання форм із суттєвими кількісними та якісними змінами мутаційної природи [14].

Використання спонтанних природних мутацій у стихійному доборі не було випадковим або винятковим явищем. Перші уявлення про одномоментні раптові зміни спадкових ознак розкрив російський ботанік С. І. Коржинський (1899) [14]. Перші наукові обґрунтування цього явища дав вищезгаданий Гуго де Фріз у своїй праці «Мутаційна теорія» (1901–1903). Засновник мутаційної теорії протягом декількох років вивчав різновиди рослини енотери і виявив екземпляри, що відрізняються різкими змінами, які виявились спадковими. У результаті своїх спостережень Г. де Фріз і створив мутаційну теорію, згідно з якою єдиними джерелами мінливості при виникненні нових організмів служать мутації, тобто раптові якісні нові спадкові зміни організму. Звичайно, ці уявлення були досить глибоко переглянуті, мутаційний процес набагато менше зумовлений випадковими діями, ніж вважалося тоді, та слово «випадкові» зараз не застосовується.

Зазначені відкриття призвели до можливості становлення та розвитку першого напрямку експериментального мутагенезу – класичної дисципліни, результатом роботи якої є створення на сьогодні (згідно з базами даних ФАО/МАГАТЕ) більш ніж 3500 сортів культурних рослин. З позиції практики, Л. М. Делоне і А. О.Сапегін (1928, 1930, 1934) вперше застосували індукований мутагенез для отримання короткостеблових та холодостійких форм пшениці, що започаткувало новий напрямок у селекції – мутаційну селекцію. Вони ж продемонстрували можливості іонізуючої радіації та хімічних мутагенів у виклику спадкових змін пшениці залежно від дози [2].

У 50–60-ті роки дослідження з індукованого мутагенезу набули нових напрямків у зв’язку з активним використанням хімічного мутагенезу й почали активно розвиватися в США, Італії, Франції, СРСР, Нідерландах, Японії. Насамперед слід відзначити праці Рапопорта як винахідника хімічних супермутагенів та новатора їх практичного застосування. На той час вже було створено 117 мутантних сортів, які переважно були побічним продуктом теоретичних досліджень. Цей період вважається часом становлення мутаційної селекції і переходом від теоретичних досліджень до практичного індукування мутантів для потреб створення високопродуктивних агроекосистем, що тривав до кінця 80-х років [15].

Незважаючи на те що цей напрямок останнім часом частково втратив свої позиції, він ще залишається досить актуальним. Так, у світі існують дві програми з координації досліджень у галузі мутагенезу: проєкт з координації дослідницьких програм (CRP) та проєкт з технічної кооперації. У рамках цих

програм проводяться такі напрямки досліджень, як вивчення відмінностей механізму дії хімічних мутагенів, особливості мутагенезу in vitro, дослідження з мутагенезу рідкісних та маловикористовуваних культур. Існує також окремий проєкт з поліпшення фруктових та злакових культур у Південно-Східній Азії. У рамках цих проєктів виділені найбільш широко вживані та ефективні мутагени. Це нітрозоетилсечовина (НЕС), нітрозометилсечовина (НМС), етилметансульфонат (ЕМС), гамма-проміння, рентгенівське проміння, швидкі нейтрони, ультрафіолет та лазер. Визнано, що найбільш вдалим для мутагенезу є використання хронічного опромінення гамма-радіацією на окремих етапах морфогенезу в дозі 0,05-0,15 Гр [13]. У рамках двох координаційних проєктів IAEA — CPR і TSP у Південно-Східній Азії, Африці та Середньому Сході розробляються методики мутагенезу in vitro для плодових культур для більш швидкого отримання практично-цінних мутацій. На сьогодні провідною проблемою цього напрямку є ідентифікація господарчо-цінних ознак на рівні культури тканин [11].

Основною стратегією експериментального мутагенезу є створення вихідного матеріалу для селекції з поліпшеними агрономічно-цінними ознаками, до яких відносять висоту рослин, скоростиглість, форму насіння, стійкість до хвороб, підвищення продуктивності та якості (модифікація хімічного складу та вмісту олії, хлібопекарські якості, якість та розмір гранул крохмалю) [15]. Фактично це особливий напрямок досліджень з практичного використання мутагенезу. У деяких випадках такі поліпшення мають комплексний характер: так, створення ранньостиглого сорту бавовни збільшило врожайність пшениці в Пакистані, створення форм рису з термосенситивною фертильністю [14] дало новий напрям у створенні гібридів рису та використанні гетерозису [13]. Другим напрямом є усунення негативної кореляції між господарсько-цінними ознаками [13; 14].

Метою індукованих мутацій є збільшення частоти появи рослин з поліпшеними ознаками та створення на їх базі нових перспективних сортів. Такі зміни та поліпшення можуть з’явитися через пряме або непряме використання фізичного та хімічного мутагенезу й використання мутантної лінії чи гібриду як батьківської форми у схрещуваннях. Такий метод є успішним для створення напівкарликових та високоврожайних сортів [14].

За останній час генетичне поліпшення з використанням високих доз гамма-променів успішно використовується у створенні продуктивних, стійких до хвороб та абіотичних стресів мутантів [15].

Принциповими компонентами (як ми показали в своїх дослідженнях) є: генотип вихідної форми (використання лише найкращих форм (у наших дослідах – переважно добре адаптовані місцеві форми та лінії) призвело до отримання перспективних мутантних ліній); урахування особливостей створення вихідної форми для підвищення загальної частоти мутацій (до 2,5–3 раз залежно від мутагену та його дози чи концентрації) при чергуванні дії мутагенних чинників різної природи – при рекурентній дії (тобто застосування хімічних мутагенів іншої природи або фізичних мутагенів (у наших дослідженнях гамма-променів для хемомутантів та хімічних мутагенів для

радіомутантів); використання помірних доз чи концентрацій мутагенів (у наших дослідженнях за вищенаведеною інформацією це були гамма-промені в дозі 100 Гр., хімічні мутагени нітрозометилсечовина 0,0125% та нітрозоетилсечовина 0,01% (1); проведення випробування для виявлення високоадаптивних форм та мутантних ліній на базі місцевих сортів.

Як показано на *рис. 2*, для показника «загальна частота мутацій» характерний тісний позитивний кореляційний зв'язок з такими компонентами, як генотип вихідної форми, доза чи концентрація, взаємодія з чинником іншої природи (при рекурентному мутагенезі), тобто зі зростанням (дози чи концентрації) або оптимізацією відповідного компонента загальна частота мутацій суттєво зростає (показано в наших дослідження з мутагенезу у пшениці озимої), при дії на мутантну форму повторно тим самим чинником – знижується (суттєва негативна кореляція).

Для показника частота генетично-цінних мутацій (що можна використовувати для генетичного скринінгу) характерна та сама взаємодія з компонентами системи.

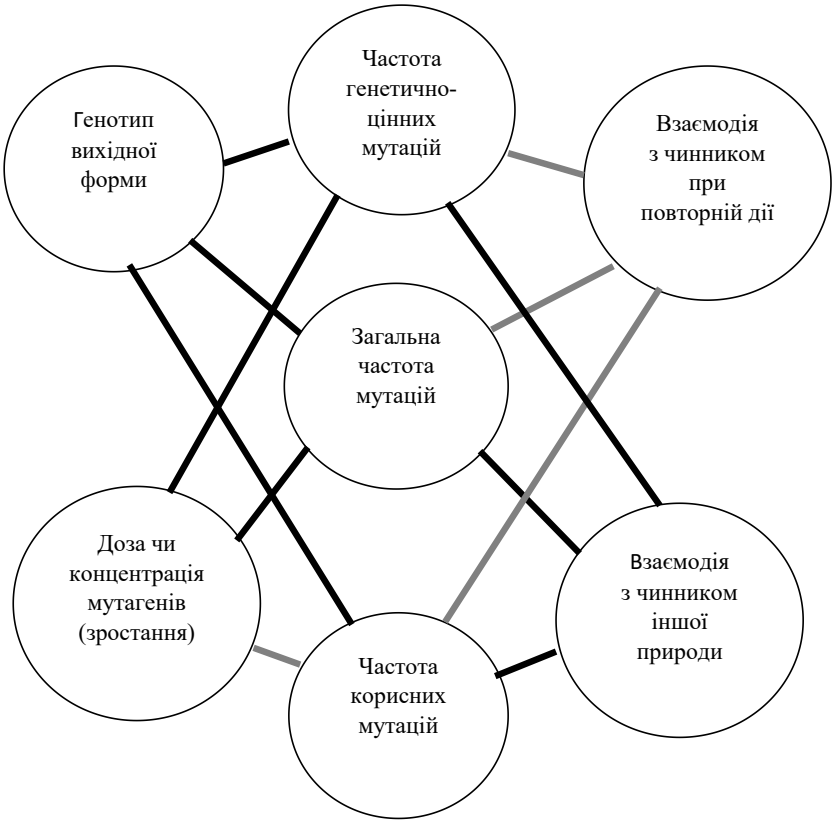


Рис. 2. Плеяда зв'язків між окремими компонентами в системі мутаційного процесу:

– значуща позитивна кореляція, – значуща негативна кореляція

Щодо компоненти частота господарчо-цінних мутацій, то ми спостерігаємо одну відмітну рису, а саме негативну значущу кореляцію з зростанням дози чи концентрації мутагенів. Тому нами й запропоновано вживати помірні дози чи концентрації. Також ми спостерігали зв'язок з природою мутагенного чинника, тобто диметилсульфат та особливо 1,4-бісдіазоацетилбутану виявилися набагато менш ефективними, але це поза рамками нашої системи.

Коректне застосування цих компонентів у рамках наведеної нами схеми (рис. 3) приводить до суттєвого полегшення процесу отримання нових високопродуктивних та якісних мутантних ліній пшениці озимої з високим адаптивним потенціалом.

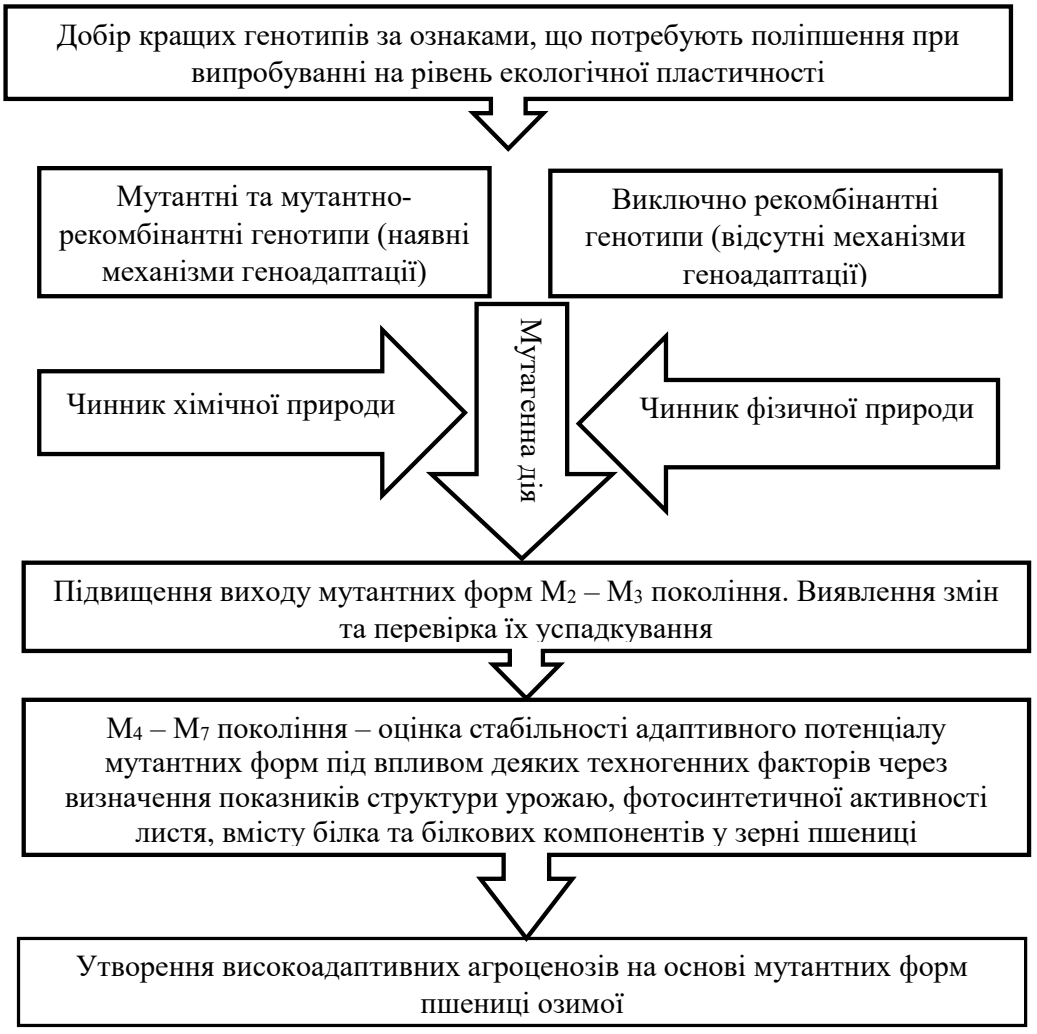


Рис. 3. Концептуальна схема формування продуктивних та еколого-генетично пластичних агроценозів озимої пшениці в умовах північної частини Степу України

Більш ефективними були такі мутагени, як гамма-промені, нітрозоалкілсечовини. Ці мутагени є водночас і найбільш вживаними за світовою практикою для експериментального мутагенезу. Диметилсульфат та 1,4-бісдіазоацетилбутан дали лише по одній продуктивній лінії, які не перевищили стандарт за врожайністю та не показали додаткових позитивних якостей з огляду на свої біохімічні властивості.

Ключове значення для успіху мутагенезу має добір вихідної форми. Суттєво важче отримати кращу лінію з такого матеріалу, але лише такі генотипи мають переваги. Екологічне випробування є ключовим етапом оцінки вихідного матеріалу.

Хімічний мутагенез ефективний для радіомутантів, гамма-промені – для хемомутантів, а для сортів, отриманих методом польової гібридизації, ці мутагени не мають різниці.

Можливе отримання генотипів, які здатні як ефективно використати сприятливі умови, так і підвищити ефективність застосування несприятливих умов. Доведено можливість отримання ліній, які поєднують високу екологічну пластичність та здатні максимально реалізовувати наявний високий генетичний потенціал.

Хімічний мутагенез ефективний для радіомутантів, гамма-промені – для хемомутантів; для сортів, отриманих методом польової гібридизації, ці мутагени не мають різниці. Для мутагенезу варто використовувати кращий вихідний матеріал. Мутагени за ефективністю можна подати в такій формі (від високої до низької) гамма-промені → нітрозоматилсечовина → нітрозоетилсечовина → диметилсульфат та 1,4-бісдіазоацетилбутан.

Доведена можливість отримання ліній, що поєднують високу екологічну пластичність та здатні максимально реалізовувати наявний високий генетичний потенціал. Лише наявність комплексу позитивних зрушень серед αβ та γ гліадинів, високо- та низькомолекулярних глютенинів призводить до високої якості білка, можлива відсутність значущих переваг за одним з показників над сортами з низькою якістю білка.

ЛІТЕРАТУРА

1. Абилев С. К., Глазер В. М., Асланян М. М.. Основы мутагенеза и гентоксикологии. Москва: Нестор-История, 2012. 148 с.

2. Бурденюк-Тарасевич Л. А. Використання генетичної нестабільності чорнобильських мутантів в селекції Triticum aestivum L. на адаптивність. Фактори експериментальної еволюції організмів. 2017. Т. 21. С. 112-116.

3. Васильківський С. П. Формотворчий процес і добір у поколіннях генетично нестабільних мутантів озимої пшениці. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть*. Київ : Логос, 2001. Т. 2. С. 207–211.

4. Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агросферы. *Теория и практика*. М., 2004. Т. 1. 690 с.

5. Жученко А. А. Адаптивная система селекции растений. *Эколого-генетические основы*. М., 2001. Т. 1. 780 с.

6. Инге-Вечтомов С. Г. Экологическая генетика. Что это такое?

Соросовский образовательный журнал. 1998. № 2. С. 59–65.

7. Инге-Вечтомов С. Г., Барабанова Л. В., Даев Е. В., Лучникова Е. М. Влияние экологических отношений на генетические процессы. *Вестник СПбГУ*. Сер. Биология. 1999. № 4. С. 14–31.

8. Кужир Т. Д. Антимутагены и химический мутагенез в системах высших эукариот. Минск, 1999. 267 с.

9. Моргун В. В., Логвиненко В. Ф. Мутационная селекция пшеницы. Киев : Наук. думка, 1995. 627 с.

10. Назаренко Н. Н. Негативные последствия мутагенного воздействия. *Экологическая генетика*. 2015. № 4. С. 25–26.

11. Ahloowalia B. S. Renaissance in genetics and its impact on plant breeding. *Euphytica,* 2001, 118 (5). P. 99–102

12. Ahloowalia B. S., Maluszynski M. Global impact of mutation-derived varieties. *Euphytica*. 2004. 135, №2. P. 187–204.

13. Bonnot T., Bancel E., Alvarez D. et al. Grain subproteome responses to nitrogen and sulfur supply in diploid wheat Triticum monococcum ssp. Monococcum. *The Plant Journal.* 2017. Vol. 91 (5). P. 894–910.

14. Cheng X., Chai L., Chen Z. Identification and characterization of a high kernel weight mutant induced by gamma-radiation in wheat (Triticum aestivum L.). *BMC Genetic*s. 2015. Vol.17. P. 112–118.

15. Ge H., You G., Wang L. et al. Genome selection sweep and association analysis shed light on future breeding by design in wheat. *Crop Science*. 2012. Vol. 52 (3). P. 1218–1228.

16. Manual on mutation breeding. Third edition. Rome : IAEA, 2018. 301 p.

17. Nazarenko M. M., Izhboldin O. O. Chromosomal rearrangements caused by gamma-irradiation in winter wheat cells. *Biosystems Diversity*. 2017. Vol. 25, №1. P. 25–28.

18. Nazarenko, M., Bezus, R. Interactions between agro-landscape and winter wheat agronomical-value traits. *Bulletin of Transilvania University of Brasov*, series II – Forestry, Wood Industry, Agricultural, Food Engineering. 2018, 11 (60), P. 141–150.

19. Shu Q. Y., Forster B. P., Nakagava H. Plant Mutation breeding and Biotechnology. CABI publishing. Vienna, Austria, 2011. 840 p.

20. World Agricultural Supply and Demand Estimates. USDA, Washington, 2020. Retrieved from https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf.

РОЗВИТОК РЕКРЕАЦІЙНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ ЗА ЄВРОІНТЕГРАЦІЙНИХ УМОВ: ФУНКЦІОНАЛЬНО-УПРАВЛІНСЬКИЙ АСПЕКТ

Завербний А. С.

Постановка проблеми полягає у активному і гармонійному розвитку світового рекреаційного природокористування. Адже, на сьогодні рекреація, туризм у світі стають явищами, що активно (революційно) входять до повсякденного життя близько половини населення.

Більше того, вже на початку XXI ст. туристично-рекреаційна сфера за обсягами доходу посіла третє місце серед всіх провідних (передових, перспективних) галузей світової економіки. При цьому рекреаційна галузь створює близько 15% обсягів світового ВНП продукту, поглинаючи аналогічну за розмірами частку (15%) всіх витрат споживачів [20].

Враховуючи це багато країн світу (зокрема й промислово розвинених країн Європейського Союзу) визнають «рекреаційну індустрію» одним із пріоритетних напрямків щодо подальшого високо ефективного розвитку їх національних економік, що сприятиме активному приросту обсягів ВВП, валютних надходжень, створенню та розвитку нових галузей економіки тощо.

Саме тому рекреаційна сфера виступає сьогодні потенційними джерелом приросту обсягів національного доходу. При чому це можна досягнути при незначних витратах (фінансових, матеріальних, інформаційних, людських та ін.) та зусиллях. Тому актуальною є проблема формування та реалізування ефективних систем управління розвитком рекреаційного природокористування України, враховуючи потенційні можливості євроінтеграції.

Навколишнє природне середовище виступає визначальним чинником економічного розвитку, оскільки людство саме його пристосовує задля власних потреб (у виробничому, споживчому, рекреаційному та інших важливих напрямках). Всезростаючий інтерес, який викликає рекреаційне природокористування, вимагає детальне вивчення питань, пов'язаних із особливостями його становлення, розвитку. Сучасне функціонування і розвиток рекреаційного природокористування країни, регіону залежить передусім від рівня ефективності взаємообміну ресурсами, результатами, інформацією тощо. Задля забезпечення ефективного розвитку рекреаційного природокористування, досягнення поставлених перед ним цілей, завдань необхідно вчасно реагувати (корегуючи стратегію розвитку рекреаційного природокористування) на зміни, що відбуваються у внутрішньому, зовнішньому середовищах. Вивчення чинників / факторів зовнішнього, внутрішнього середовища рекреаційного природокористування даватиме змогу вчасно виявляти такі, що володіють негативним впливом, а також ті, що мають позитивний потенціал для розвитку рекреаційного природокористування [1; 3; 4; 6; 18].

Рекреаційне природокористування виступає комплексом заходів, що є пов'язаними із використанням природних ресурсів задля оздоровлення людини, відновлення фізичного, психологічного її самопочуття, розширення екологічного і культурного світогляду тощо. Досі немає єдиного чіткого

визначення щодо поняття «рекреація». Найбільш часто подається наступне трактування «процес відновлення фізичних, духовних і нервово-психологічних сил людини, забезпечених системою засобів, які здійснюються у вільний від роботи час на спеціалізованих територіях» [1; 3; 6, с. 57]. А поняття «рекреація» характеризує не лишень сам процес, заходи щодо відновлення сил, але і той простір (регіон, територію), в якому вона відбуватиметься. Рекреація (від французького «recreation», польського «rekreacja» – «відпочинок», від латинського «recreatio» – «відновлення сил») – відновлення чи відтворення фізичних, духовних сил, витрачених людиною в процесах її життєдіяльності. Вона включає різноманітні види діяльності у вільний час, що спрямовані на відновлення сил, задоволення широкого кола особистих, соціальних потреб і запитів (*табл. 1*) [9].

Таблиця 1

Основні термінологічні визначення сутності поняття «рекреація»

Науковці	Визначення сутності «рекреація»
Бондаренко Ю.Г. [1]	«процес створення комплексного продукту, відновлення фізичних та психологічних, емоційних сил людини через активну/пасивну діяльність за умови потреби, добровільно виділеного часу, коштів, інших ресурсів (як послуга)», «галузь економіки, підприємства/організації якої формують, реалізовують рекреаційно-туристичний продукт/послугу»
Гродзинська І.О., Нездоймінов С.Г., Гусєва О.В., Замкова А.В. [3]	«розвага, відпочинок; зміна дій, що виключає трудову діяльність, характеризує простір, що є пов'язаним із даними діями»
Міроненко Н.С., Твердохлєбов І.Т. [9]	«відтворення; відновлення, відпочинок; фізичні, психічні, духовні, інтелектуальні сили людини; процес оздоровлення, пізнавання; спортивна, відпочинкова, розважальна діяльність»
Мочерний С.В. [6]	«відновлення сил, відпочинок у вільний від роботи час»
Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України «Про затвердження Положення «Про рекреаційну діяльність у межах територій та об'єктів природно-заповідного фонду України» [12]	«відновлення поза межами постійного місця проживання у визначених згідно із чинним законодавством України місцях природніх, заповідних територій, об'єктів розумових, духовних, фізичних сил людини, що здійснюється шляхом загальнооздоровчого, культурно-пізнавального відпочинку, туризму, оздоровлення, любительського, спортивного рибальства, полювання» тощо
Смаль І.В. [130]	«одна із головних форм для продуктивного використання вільного часу людини»
Топчієв О.Г. [17]	«відновлення чи відтворення фізичних і духовних сил, витрачених людиною в процесі життєдіяльності»
Яворська В.В., Ніколаєва О.І. [19].	«види діяльності людини у її вільний від роботи час, який вона проводить поза своїм постійним помешканням»

Примітка: узагальнено на основі літературних джерел [1; 3; 6; 9; 12; 13; 17]

Рекреація охоплює систему заходів (механізмів), які є пов'язаними із використанням вільного часу людей задля виконання ними оздоровчої, культурної, ознайомчої, навчальної, спортивної та інших видів діяльності на спеціалізованих територіях, що є поза їх постійним проживанням. На основі проведеного огляду і аналізування літературних джерел за проблематикою рекреації термінологічні визначення сутності поняття «рекреації» зведемо у табл. 1. Огляд і аналізування літературних джерел дозволяє дати визначення терміну «рекреація» (як послуга) як «відновлення фізичних, психо-емоційних сил людини через активну/пасивну діяльність при добровільно виділеному на цей процес часу, коштів, інших ресурсів».

Рекреація (як галузь) – це «додана вартість через дохід, високий рівень зайнятості населення, підвищення культурного, інтелектуального рівня населення, у поєднанні із інтенсивним розвитком суміжних галузей економіки», розвиток інфраструктури держави [1; 3; 6; 12; 13; 17]. Підсумовуючи можемо констатувати що рекреація – це галузь економіки України, підприємства (організації) якої створюють, формують, реалізовують рекреаційно-туристичний продукт (послугу) [1; 3; 6; 9].

Виходячи із цього трактування, рекреаційне природокористування здійснюватиметься на конкретних територіях країни, що володіють певними соціально-економічними, природними, культурними та іншими необхідними умовами.

Система ж рекреаційного природокористування України формується під впливом всезростаючих потреб суспільства в отриманні рекреаційних послуг та рівня придатності природно-ресурсного потенціалу території країни для ефективного рекреаційного використання.

В Україні ж значну частину природного рекреаційного потенціалу складають рекреаційні ландшафти (гірські, приморські, лісові), оздоровчі ресурси (мінеральні води, лікувальні грязі), природно-заповідні об'єкти (національні природні, біосферні заповідники, регіональні ландшафтні парки, парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва тощо), території історико-культурного призначення (пам'ятки містобудування, архітектури, історико-архітектурні заповідники тощо) [2–4; 17].

Рекреаційна індустрія будь-якої країни є просто неспроможною для існування без наявності рекреаційних ресурсів. А Україна володіє унікальними та надзвичайно урізноманітненими ресурсами, що є потенціалом задля перспективного розвитку туризму, зон (регіонів) рекреації, курортів тощо. Площа освоєних, потенційних до освоєння та використання рекреаційних територій в Україні становить 12,8% території країни. Площа розподіляється згідно природних особливостей рекреаційних регіонів: Дніпровський, Донецько-Приазовський, Карпатський, Кримський, Придністровський, Поліський, Причорноморський [13]. При формуванні регіонів враховувались чинники [0]: геополітичне положення (розташування території, наявність трудових ресурсів, транспортних комунікацій, джерел сировини, енергії, історія розвитку, традиції та ін.); наявність рекреаційних ресурсів; стан туристичної

інфраструктури; попит на рекреацію та туризм; туристично-рекреаційна політика регіону.

Рекреаційні ресурси – це «сукупність природних та антропогенних об'єктів і явищ, що їх можна використовувати для відпочинку, лікування й туризму» [8].

Донедавна, досить традиційно, в науковій економічній літературі при аналізуванні, дослідженні рекреаційного природокористування за функціональним підходом користувалися виключно положеннями, що були висвітленими ще у 1981 р. Мироненком М. С., Твердохлєбовим І. Т. [9]. Дані положення рекреацію охарактеризовували виключно лишень трьома функціями, а саме: економічною, медико-біологічною, соціально-культурною.

Проте, як показало дослідження, специфіка розвитку та високий рівень динамічності рекреаційної діяльності як в Україні так і закордоном вимагає нового трактування. Аналізуючи рекреаційне природокористування України, будь-якої іншої країни із функціональної сторони доцільно застосовувати наступні постулати [6; 8; 18]:

- рекреаційне природокористування виступає окремим видом господарської діяльності, що має тенденцію до революційного розвитку;
- рекреаційне природокористування є способом задоволення життєво-важливих потреб українського населення у лікуванні, профілактиці захворювань, відпочинку;
- рекреаційне природокористування є елементом системи щодо відновлення працездатності людей;
- при належному (відповідному) організуванні рекреаційна діяльність виступатиме також однією із форм освітньої діяльності, патріотичного виховання тощо;
- претендуючи на використання певних територій (площ, об’єктів тощо), рекреаційна діяльність (як відокремлений вид) обмежує існування та розвиток інших видів господарювання, які екологічно є менш безпечними;
- рекреаційне природокористування, виступаючи однією із форм міжнародного співробітництва, відіграє важливу геополітичну роль;
- рекреаційне природокористування виступає привабливою сферою для інвестування, в тому числі іноземного.

Враховуючи зазначені принципи та основи формування і розвитку рекреаційне природокористування доцільним є виділення наступних його основних функцій: медико-біологічну, соціально-культурну, економічну, освітню, виховну, політичну, природоохоронну та міжнародну. Їх взаємозв’язок доцільно відображати графічно (*див. рис. 1*).

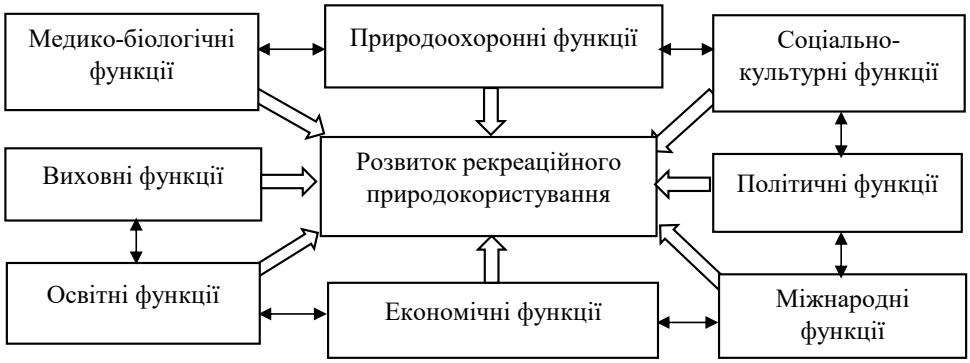


Рис. 1. Функціональний підхід до розвитку рекреаційного природокористування

Деталізуємо кожну із запропонованих нами функцій рекреаційного природокористування.

1. Медико-біологічні функції рекреаційного природокористування реалізовуються через процеси санаторно-курортного лікування та оздоровлення [0]. Функції розглядаються в межах лікувально-профілактичного циклу (відновлення здоров'я людини після перенесеного(их) захворювання(нь) та інших уражень здоров'я. Дані функції є надзвичайно актуальними сьогодні під час пандемії, військових дійна сході України, а також для зняття виробничої/невиробничої психофізіологічних втоми тощо.

Розглядаючи медико-біологічну функцію рекреаційного природокористування, часто не вважають важливим активну рекреацію (туризм). Екстремальність цього виду рекреації є ключовим чинником для запобігання ряду психічних, нервових та похідних від них захворювань. Сучасні умови життєдіяльності суттєво обмежують людину повноцінної рухової активності, формують психологічний дискомфорт, породжують дефіцити часу, синдром нереалізованих можливостей тощо. Саме за активної рекреаційної діяльності відновлювальні (оздоровлювальні) процеси відбуватимуться швидше, ніж при пасивній. Медико-біологічні функції рекреаційної діяльності призводять до зниження захворюваності, збільшення тривалості життя людей. Медико-біологічні функції рекреаційного природокористування України полягають у санаторному, медичному, курортному лікуваннях та оздоровленнях.

Активна ж участь у туристичних походах, що супроводжуються екстремальними погодними, побутовими умовами, низками небезпек, перешкод, певними обмеженнями тощо сприятиме мобілізуванню активно-захисних функцій організму. Це відбувається через наступні збудники: тривога, страх, емоційне збудження, фізичні навантаження, інтелектуально-пошукова активність тощо. Подолання рекреантом короткотривалого стресу, що є пов'язаним із активною туристичною діяльністю, супроводжуватиметься подоланням «домашніх» стресів. А людина відчуватиме значне психологічне розвантаження, що стане основною причиною підсвідомого бажання для наступного відпочинку.

Важливим також виступатиме і позитивний вплив активного туризму на організм дорослих, дітей. Зокрема, встановлено, що покращення функціонального стану кардіо-респіраторної системи проявлятиметься у збільшенні ударного обсягу крові, збільшенні потужності вдиху-видиху, покращенні силових індикаторів, витривалості під впливом навіть одноразових багатоденних туристичних походів [3; 6; 9; 13; 17].

2. Сутність економічних функцій рекреаційного природокористування полягає передусім в отриманні економічного ефекту завдяки становлення і функціонуванню рекреаційного підприємництва. Адже рекреаційна діяльність при належному її організуванні здатна надати позитивний поштовх соціально-економічному розвитку територій, на яких вона формуватиметься та реалізовуватиметься.

Окрім цього, побічний економічний ефект досягатиметься завдяки підвищенню рівня продуктивності праці. Як показали дослідження, вже першого місяця після активного відпочинку рівень продуктивності праці зростає на 15–25%, потім він поступово знижуватиметься, а через 4–8 місяців досягатиме попереднього (до відпочинкового) рівня [3; 6; 9; 13; 17; 20].

Економічні функції є одними із найважливіших у нашому дослідженні. До них доцільно відносити наступні [3]:

- просте відтворення робочої сили в Україні (функція взаємопов’язана із медико-біологічними функціями);

- розширене відтворення робочої сили країни (функція взаємопов’язана із медико-біологічними функціями);

- формування сфери послуг, зв’язків із іншими галузями національного господарства України;

- розвиток окремих територій (ареалів) України, розширення зайнятості населення в цих регіонах (особливу вагу ця функція набуває в депресивних регіонах);

- збільшення обсягів валютних надходжень до державного та місцевого бюджетів України (ця функція взаємопов’язана із міжнародною).

3. Освітні функції рекреаційного природокористування реалізуються через процеси задоволення існуючих пізнавальних потреб населення. За умов загострення інформаційного, техногенного впливу на людину послаблюється так зване «етичне відчуття природи», що є пов’язаним зі зменшенням безпосередніх зв’язків більшості людей із природою, зменшенням її сприйняття, розуміння її процесів, явищ тощо. Віддаляючись від природи люди стає не здатною усвідомлювати не лишень масштаби та головне наслідки (деколи вже й незворотні) антропогенного впливу на довкілля, але також свою безпосередню залежність від цього. За вказаних умов процес пізнання, на основі якого формуватимуться освітні функції рекреаційного природокористування відіграє важливе значення.

4. Виховні функції рекреаційного природокористування є доповнюючими освітніх. Задля формування екологічного світогляду недостатньо лишень самих знань, набутих за підручником, отриманих із джерел масової інформації тощо. Необхідним є тісний позитивний зв’язок вказаних знань із почуттями у процесі

діяльності. Перебування на теренах природи, її безпосереднє вивчення, набування конкретних природничих знань у поєднанні із емоційним збудженням, пов'язаним із естетичною красою навколишніх ландшафтів, екстремальністю умов, дозволятиме виховувати людей, робити якісно нові кроки щодо досягнення цілей національного, екологічного, культурного виховання тощо. Власне поєднання інтелектуальної, емоційної діяльності відіграє важливе значення при формуванні національної, екологічної свідомості.

5. Політичні функції рекреаційного природокористування реалізуються, основним чином, через міжнародний туризм. Знайомство із культурно-історичною спадщиною України, безпосередній контакт із місцевим населенням, участь у традиційних народних обрядах часто ставатиме основою як для встановлення та ефективного розвитку особистих товариських відносин, так і для тісного міжнародного співробітництва в галузях науки, культури та підприємництва.

Окремим аспектом політичної функції виступає виконання Угоди про асоціацію між Європейським Союзом (2014 р.), Паризької угоди про клімат (2016 р.). Одночасно це також пов'язано із природоохоронними функціями рекреаційного природокористування України.

6. Природоохоронні функції є як прямими так і побічними. Вагомість цих функцій рекреаційного природокористування часто визначатиме пріоритетність ведення господарства на певних територіях країни. Рекреаційна діяльність, як і будь-яка інша форма природокористування, взагалі діяльності, негативно впливає на природне середовище регіону. Слід, однак, враховувати той факт, що на певні рекреаційні території можуть також претендувати й інші галузі господарства регіону, країни, які, відповідно, при розвитку рекреації стають обмеженими і територіально, і функціонально.

Безпосередній контакт із природою, природними ресурсами конкретні наочні приклади взаємозв'язків природних комплексів і можливе їх трансформування внаслідок людської діяльності створюватимуть передумови задля засвоєння більш загальних екологічних знань глобального масштабу (дана функція пов'язана із освітніми та політичними функціями). Гасло екологів «мислити глобально, а діяти локально» [4] має на початковій стадії пройти через узагальнення, абстрагування конкретних екологічних знань, переконань, набутих на основі власного досвіду тощо. Окрім цього, рекреаційні території виконують також важливу «буферну» роль при організуванні природно-заповідних територій (приміром, національних природних парків, кількість яких протягом періоду 2000–2021 рр. більш ніж подвоїлася (із 31 до 77).

7. Соціально-культурні функції рекреаційного природокористування теж є провідними функціями рекреаційної сфери України. Основний соціальний ефект полягатиме у зниженню захворювань рекреантів. В основу соціальних, духовних, культурних потреб лежить потреба пізнання. І саме рекреація (рекреаційна сфера, рекреаційне природокористування) володіє величезними потенційними можливостями щодо їх ефективного і повного задоволення, що

сприятиме в подальшому гармонійному розвитку особистості, відповідно й соціуму, соціальній спільноті в цілому.

Соціально-культурні функції рекреаційного природокористування полягають у пізнанні змісту, ролі, завдання, цілей, місії, призначення людського існування. Рекреація дозволяє відкривати потужні можливості щодо процесів духовного спілкування людини із культурними, природними, історичними, релігійними, соціальними цінностями не лишень виключно у межах якихось окремих регіонів чи країн, але і загалом світу, що суттєво розширюватиме кругозір особистості.

Саме це виступатиме шляхом щодо реалізування соціальних, культурних функцій рекреації (рекреаційного природокористування). Можна також спостерігати ефективне поєднання пізнавальних із розважальними функціями рекреації, адже вони ефективно доповнюють одна одну. Прикладом цього служить функціонування спеціалізованих культурних, розважальних центрів (Діснейленд, Євроленд (для дітей з їх батьками), Лас-Вегас, Сан-Сіті, Монте-Карло (для дорослих) тощо [3].

8. Міжнародні функції рекреаційного природокористування є взаємопов'язаними із політичними. Адже знайомство із культурною, історичною спадщиною України, безпосередні контакти із місцевим населенням, прийняття участі в традиційних народних обрядах ставатимуть основою для особистих товариських відносин, для тіснішого міжнародного співробітництва у галузях науки, культури та головне бізнесу. Міжнародні функції полягають також у тому, що рекреація на сьогодні є однією із найперспективніших галузей економіки [0], яка передбачає отримання міжнародних доходів від іноземних туристів. Туризм також сприяє міжнародному взаєморозумінню (виняток з цілого світу хіба складає частина росіян).

Кожна із вказаних функціональних груп є взаємопов'язаною із певними сферами людської діяльності. Хоча й між ними відсутні чіткі межі через взаємопов'язаність всіх суспільних потреб. Зазначені види функцій рекреаційного природокористування мають бути реалізовані через систему цілеспрямованого управління використанням рекреаційних об'єктів, угідь, інших ресурсів України рекреаційного характеру тощо.

При формуванні системи управління рекреаційним природокористуванням України доцільно враховувати ситуативний, індивідуальний вплив одних і тих самих чинників/факторів, оскільки в одному випадку може виявитися позитивним, а в іншому – негативним.

Еволюційний розвиток рекреації, рекреаційної сфери України особливо впливатиме на розвиток малого, середнього бізнесу (як це ефективно відбувається в країнах ЄС), сприятиме поступовому зростанню рівнів доходів населення, розвитку інфраструктури регіонів країни (зокрема це стосується і є надзвичайно важливим для депресивних регіонів) при цьому одночасно забезпечуючи збереження (реставруванням, утриманням, відбудовою тощо) історичних, культурних, архітектурних пам'яток країни, що є надзвичайно актуальним питанням на сьогодні.

Потрібно зазначити, що останніми десятиліттями однією із основних сучасних особливостей розвитку світового (зокрема європейського) господарства є збільшення частки, значимості сектора курорту, туризму (рекреації) [20].

Значна кількість країн (в т. ч. й країни ЄС) зуміла суттєво збільшити власні національні доходи саме за рахунок розвитку, активізування міжнародного у поєднанні із внутрішнім туризмом, рекреацією.

Курортно-туристична індустрія (сфера) почала розглядатися фахівцями як самостійний, надзвичайно важливий інструмент задля забезпечення економічного росту, розвитку регіону, області, країни тощо.

Згідно із прогнозними розрахунками СОТ (Світової організації торгівлі) [20] вже на початках XXI ст., за якими очікувався істотний приріст кількості туристів (суттєво цьому завадила пандемія, її наслідки).

Відповідно, прогнозувалися також прирости національних доходів від туризму в рекреаційні сфері [20]. Для України ще одним негативним чинником є агресія Росії, продовження країною-агресором гібридної війни. Особливо проблема загострилася в лютому 2022 р., коли у світовому інформаційному просторі надзвичайно часто прогнозувалося військове вторгнення окупантів до України. Тому за цих обставин (більшість країн не рекомендували відвідувати Україну) не можна розраховувати на позитивні тенденції розвитку рекреаційної сфери (мова в основному йде саме про іноземних туристів, кількість яких протягом 30 років незалежності невпинно зростала (до 2019 р.)).

Важливим чинником розвитку будь-якої сфери виступають обсяги її інвестування. Аналізуючи динаміку інвестування рекреаційної сфери увагу на себе звертає мінливість її обсягів, викликана передусім нестабільністю фінансового забезпечення даного виду діяльності. Протягом 2017-2020 рр. найбільше було освоєно капітального інвестування у 2017 р. (понад 80 млн. грн.) (*див. рис. 2*). У наступні ж роки обсяги освоєння капітального інвестування скорочувалися, у 2020 р. були найнижчими (понад 314 тис. грн.). Тенденція суттєвого скорочення обсягів капітального інвестування діяльності туристичних агентств, туристичних операторів, рекреаційної сфери у 2020 р. пояснюється наслідками пандемічних обмежень, спричинених COVID-19 (*рис. 2*) [13].

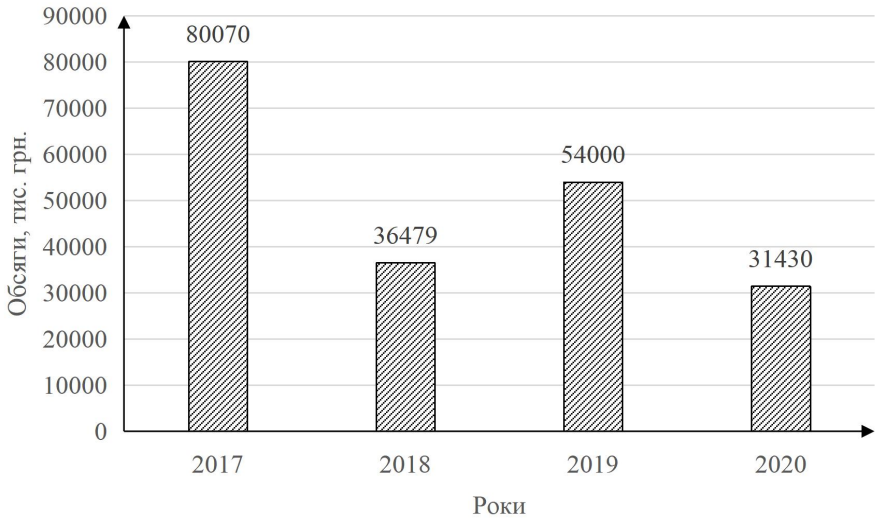


Рис. 2. Динаміка капітального інвестування рекреаційно-туристичної сфери України протягом 2017–2020 рр.

Однак, прогнозування на 2022 р. є досить невтішним, оскільки потенційна загроза вторгнення в Україну терористичних військових угруповань країни-агресора погіршило інвестиційний клімат, який останніми роками й так не мав позитивної тенденції. Виходячи із наявного в країні рекреаційного потенціалу, перспективами щодо подальшого розвитку в Україні рекреаційної сфери, як інструменту економічного росту, приросту національного доходу, зниження рівня безробіття повинні базуватися на таких унікальних характеристиках рекреаційного природокористування:

- рекреаційна діяльність дозволятиме моделювати різноманітні варіанти задля гармонійного розвитку економіки України (особливо це є важливим для регіонів, що володіють основними сегментами економіки (промисловістю, сільським господарством тощо а також для депресивних регіонів країни, які можуть конкурувати саме в даній сфері, володіючи деколи неоціненними потенціалом);

- рекреації, туризм дозволятимуть створювати нові робочі місця, можливості отримувати додаткові рівні доходів вразливим групам, співтовариствам (сприяти боротьбі із безробіттям (бідністю) регіонів за рахунок отримування додаткових доходів при розширенні діяльності на нарощуванні працевлаштування);

- населення, підприємства (організації) курортних регіонів (міст), зможуть здійснювати додаткові поставки товарів, послуг, робіт тощо для забезпечення (супроводу) туристичного (рекреаційного) підприємництва (що призводитиме водночас до приросту підприємців (підприємств) суміжних, дотичних, супровідних галузей, відповідно за рахунок реалізування державної фіскальної політики, надходжень до державного держбюджету, місцевих бюджетів тощо);

- інвестори (зокрема й іноземні) розпочинатимуть інвестування інфраструктури регіону, що додатково призводитиме до підвищення рівня значущості, інвестиційної привабливості регіону (синергічний ефект) тощо.

Однак, необхідним є підвищення рівня інвестиційної привабливості потенційних для розвитку рекреаційного природокористування регіонів. Задля підвищення рівня інвестиційної привабливості (інвестиційного клімату) рекреаційно-туристичної сфери України у системі державного управління нами на *рис. 3* пропонується схематична послідовність етапів.

Моніторинг (аналізування) рекреаційного середовища країни повинен полягати у спостережені із певною (встановленою) частотою встановлених характерних для рекреаційної галузі (статистичних показників/індикаторів), рівня їх динамічності. На основі аналізування (моніторингу) здійснювати необхідні корективи (корегування, зміни, доповнення тощо) політики (стратегії, тактики, програми) розвитку рекреаційної галузі (сфери) України.

Постійний моніторинг надасть системі державного управління даною сферою можливість щодо проведення системного, комплексного спостереження, дозволятиме планувати, прогнозувати подальший розвиток рекреації в Україні, спостерігати в реальному часі (джаст-ін-тайм), в ретроспективі за конкретно досягнутими результатами при цьому дієво впливаючи, реагуючи на них (перш за все на негативні відхилення від плану, тощо).

Загалом, усі регіони України володіють достатніми рекреаційними, природними, історичними, архітектурними ресурсами задля успішного розвитку туристичної, відпочинкової, санаторно-лікувальної, іншої рекреаційної інфраструктури.



Рис. 3. Рекомендована схема підвищення рівня інвестиційної привабливості рекреаційно-туристичної сфери України

Іншим напрямком удосконалення виступає формування, розвиток механізму інвестування рекреаційної сфери України (*рис. 4*).

Рівень ефективності процесу інвестування цілком залежить від обраної політики держуправління, відіграватиме ключову роль при розвитку економіки держави, її регіонів.

За привабливих умов (сформованими органами держуправління) таких як підвищення рівня доходу, забезпечення приросту робочих місць тощо,

населення не лише перейде в ранг «внутрішнього національного» інвестора, але формуватиме належні умови для розвитку рекреаційної діяльності, зокрема й через підвищення рівня продуктивності праці, розуміючи всебічні переваги від нього для себе.

Рівень ефективності системи (*рис. 4)* полягатиме у формуванні сприятливих умов різних гілок органів влади, а саме:

- зі сторони законодавчої гілки влади (формування та затвердження на державному рівні дієвого, чіткого, чинного законодавства, що регулюватиме однозначно дану сферу);
- зі сторони виконавчої гілки влади (забезпечення безапеляційного виконання всіма інституціями чинних законів);
- зі сторони судової гілки влади України (ефективної, прозорої роботи та високого рівня довіри);
- зі сторони місцевих органів влади (забезпечення реалізування регіональної (із узгодженням із державною) інвестиційної політики) тощо.



Рис. 4. Рекомендована система інвестування рекреаційної сфери України та її регіонів

Надважлива ж роль і значення рекреаційної сфери, рекреаційного природокористування у суспільстві розкриватиметься через широкий спектр її ефектів, а саме: економічних, соціальних, культурних, екологічних, міжнародних, інформаційних тощо.

Рекреаційна сфера України відноситься до актуальної, необхідної умови для забезпечення відповідного рівня життя. Сфера стає засобами щодо компенсування напруги, відновлення рівня працездатності, продовження виробничих процесів і розвитку тощо. Тому потрібно удосконалювати організаційно-економічний механізм підвищення рівня ефективності використання потенціалу туристично-рекреаційної сфери України рекреаційного природокористування України (*рис. 5*).

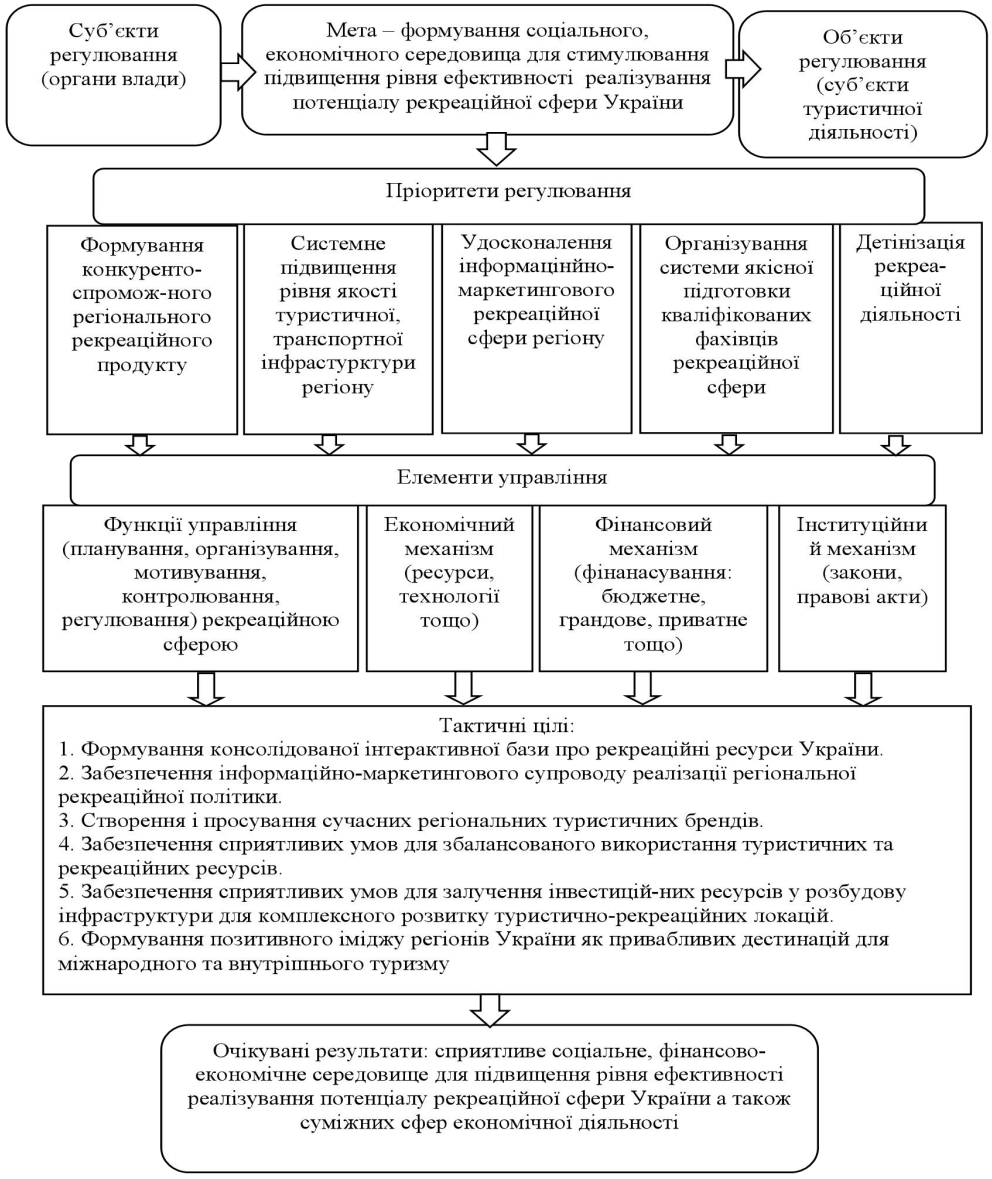


Рис. 5. Рекомендована модель організаційно-економічного механізму підвищення рівня ефективності використання потенціалу туристично-рекреаційної сфери України

У передовому досвіді країн ЄС також є присутніми напрямки участі держави в процесах інвестування рекреаційної сфери, що є спрямованими на формування та її подальший розвиток [16, с. 94]: зниження рівня витрат при інвестуванні рекреаційних проєктів (надання позик за вигідними відсотковими ставками (різницю між фіксованою та ринковою ставками відшкодовує уряд країни); сприяння продажу (орендуванні) землі (ділянок) чи інфраструктури за цінами, нижчими від ринкових; пільгове оподаткування; захист від подвійного оподаткування (укладення угод із країнами інвесторів); зниження мита, митних зборів; пряме субсидіювання; гарантування іноземного інвестування для підвищення рівня залучення, втримання зовнішніх інвесторів. Тобто, країни ЄС застосовують різноманітні інструменти реалізації державної інвестиційної політики для рекреаційної сфери.

Систематизуємо даний досвід, наведемо основні із основних політик у сфері інвестування рекреації [16, с. 62–64]:

- Австрія, Греція, Португалія (надання переваг пільговим позикам для рекреаційних організацій (підприємств));

- Великобританія, Франція, Італія (надання різноманітних видів субсидій);

- Італія, Іспанія, Польща (звільнення потенційних інвесторів від оподаткування землі (земельних ділянок));

- Нідерланди, Люксембург, Іспанія, Бельгія (зниження ставки податку на додану вартість (ПДВ));

- Хорватія (звільнення від сплати ПДВ всіх туристичних послуг);

- Польща, Хорватія (застосування додаткових стимулів задля стимулювання капіталовкладень, які напряму залежать від обсягів інвестування, кількості новостворених робочих місць);

- Болгарія (курорт АТ «Албена» (перший приватний курорт країни, був приватизованим цілісним локальним туристично-рекреаційним комплексом) володіє низкою переваг [16, с. 62–63]: європейський рівень якості надаваного сервісу; чітке зосередження капіталу, відповідно, легкість у розпорядженні в межах всього курорту (курортного комплексу); зважена політика, що спрямовується на підвищення рівня комфортності відпочинку; комплексний підхід до процесу реалізації зваженої політики (впровадження в життя); сформована власна (внутрішня) туристична інфраструктура курорта, управління нею та її розвиток; повністю відокремлені системи забезпечення; наявність власної транспортної мережі) тощо.

Схеми є досить цікавими, перспективними для застосування в Україні. Це стосується розвитку рекреаційної, туристичної інфраструктури як для невеличких бальнеологічних, гірськолижних курортів тощо, які нагально потребують інвестування не лишень для будівництва готелів, розважальних закладів, але й розвитку загальної інфраструктури даних курортів так і для великих міст, де вже розвинена інфраструктура.

При цьому створення холдингових структур в регіонах України (на зразок болгарського курорту) сприяло би ефективному об’єднанню представників різних галузей, сфер діяльності для розбудови рекреації даних регіонів, їх інфраструктури, підвищення рівня життя тощо. Активізуванню інвестиційної

діяльності, розвитку курортних містечок сприяло б перетворенню їх на локальні рекреаційні комплекси (в перспективі надавали би комплексні туристичні, оздоровчі, лікувальні, реабілітаційні, спортивні, розважальні, конференційні, інші види послуг).

Прикладом щодо застосування успішного і високо ефективного фінансового інструменту впливу на розвиток рекреаційної, туристичної сфери виступає формування, розвиток так званих «спеціальних економічних зон» (СЕЗ) рекреаційно-туристичного типу [16, с. 63–64]. Згідно статистики, спеціальні економічні зони) рекреаційно-туристичного типу становлять приблизно 5% серед усіх економічних зон. Дані зони претендуватимуть (в довгостроковому аспекті) стати центрами із запровадження інноваційних технологій, центрами регіонального розвитку і формування високо ефективних господарських зв'язків [16]. Можемо зазначити, що і Україна також володіє певним досвідом із функціонування СЕЗ саме рекреаційно-туристського типу.

Але, потрібно констатувати, що ключовим рушієм інвестування рекреаційно-туристичної сфери більшості із аналізованих країн стали саме їх вступи до ЄС, євроінтегрування до єдиного економічного простору ЄС.

Такий досвід зможе виступити цінним для України лишень у стратегічній і поки, на жаль, недосяжній із різних причин (економічних, політичних, корупційних тощо) перспективі.

Отже, підсумовуючи потрібно зазначити, що загальний же економічний ефект (рівень ефективності) досягатиме свого максимуму (оптимуму) через тісний взаємозв'язок між рекреаційною сферою та іншими секторами економіки області, регіону, країни.

Сильні, відлагоджені, тісні економічні зв'язки рекреації (рекреаційної сфери) із іншими секторами економіки України (наприклад, сільським господарством (еко-туризм), малими підприємствами (сувенірна продукція)) суттєво підвищуватимуть ефект мультиплікатора (економічний індикатор, що характеризує ступінь (рівень), в якому приріст інвестиційного попиту (інвестицій) породжуватиме динаміку (зростання) обсягів випуску продукції (послуг), споживчого попиту на них).

Перебуваючи в процесі активного євроінтегрування, вітчизняні підприємства (організації) мають враховувати, безпосередньо дотримуватися сучасних умов ринкової діяльності та реагувати на виклики. Зі вступом нашої країни до Світової організації торгівлі (СОТ), а також з підписанням Угоди про асоціацію між Україною та ЄС, де стандартизування і сертифікування є ключовими в моделі регулювання економіки, держава взяла на себе зобов'язання щодо адаптування інституціонального базису до відповідних вимог.

Підсумовуючи потрібно зробити висновки, що рекреаційне природокористування України виступає важливою структурною компонентою (елементом) процесу природокористування, значення якої постійно зростає відповідно зі зростанням, розвитком рекреаційно-туристичної діяльності країни.

Отже, задля забезпечення гармонійного розвитку рекреаційного природокористування України, відтворення ресурсів у рекреаційно-туристичній

галузі одним із головних завдань виступає вдосконалення управлінських процесів, залучення всіх суб'єктів інституціонального забезпечення до розвитку сфери, що сприятиме поетапному розвитку осново формуючих аспектів рекреаційно-туристичної діяльності України.

Необхідно також виокремлювати еколого-економічні, соціальні пріоритети, в процесах становлення та ефективного розвитку рекреаційно-туристичного природокористування України, що дозволятиме забезпечувати гармонійне використання, відновлення всіх природних ресурсів, а в майбутньому задовольнятиме й потреби наступних поколінь.

Підтримання державною, місцевою владою створюватиме умови задля залучення інвестування (зокрема й іноземного) та розвитку громад, розбудови екологічної, культурної, туристичної інфраструктури, що призводитиме до підвищення рівня економічної ефективності туристично рекреаційної діяльності тощо.

Рекреаційне природокористування сьогодні в Україні виступає в ролі механізму щодо вирішення суттєвих протиріч взаємодії суспільства із навколишнім середовищем.

Враховуючи, що фактори, умови розвитку рекреаційного природокористування в Україні є досить різноманітними (за своїм внутрішнім характером, за впливом) обов'язково потрібно враховувати їх вплив на розвиток, що надаватиме можливість не лишень прогнозувати коливання, а й розробляти та впроваджувати необхідні заходи щодо зменшення негативного впливу та підвищувати потенціал сфери.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бабікова К. О. Системний підхід до еколого-економічного забезпечення збалансованого розвитку рекреаційного туризму. *Економіка та держава.* № 5. 2021. С. 44–47.

2. Бондаренко Ю. Г. Механізм державного управління інвестуванням в рекреаційній сфері: дис... канд. екон. наук: 08.00.03 «Економіка та управління національним господарством». Національний університет «Львівська політехніка». Львів, 2019. 290 с.

3. Гринів Л. С. Теоретико-методологічні засади формування екологічно-збалансованої економіки: автореф. дис... к.е.н.: 08.00.01, Львівський державний лісотехнічний університет. Львів, 2002, 39 с.

4. Графська О. І. Потенціал розвитку туристично-рекреаційної сфери в економіці територіальних громад:. дис... докт. екон. н. Львів: Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського, 2020. 452 с.

5. Гродзинська І. О., Нездоймінов С. Г., Гусєва О. В., Замкова А. В. Основи рекреалогії (економіко-екологічний та маркетинговий аспект). К.: «Центр учбової літератури», 2014. 264 с.

6. Ільїна М. В., Шпильова Ю. Б. Методологічні засади класифікації територій за показниками рекреаційного природокористування. *Український географічний журнал*. 2021 (3). С. 54–62.

7. Кондратюк О. І., Штукмейстер В. Ю. Фактори, що забезпечують розвиток рекреаційного природокористування. *Інтелект XXI.* № 5. 2016. С. 205–210.

8. Кепеняк Н. М. Конструктивно-георгафічне обґрунтування рекреаційного використання території НПП «Сколівські бескиди»: дис. … к. геогр. н: 11.00.11 «Конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів», Львівський національний університет імені Івана Франка. Львів. 2015. 190 с.

9. Мелешко К. К. Організаційно-економічні засадиуправління туристсько-рекреаційним потенціалом регіону: дис. … к. екон. н: 08.00.05 «Розвиток продуктивниз сил і регіональна економіка», Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова. Харків. 2021, 282 с.

10. Мироненко Н. С., Твердохлебов И. Т. Рекреационная география. М.: МГУ, 1981. 208 с.

11. Мочерний С. В. Економічна енциклопедія: У 3 т. К.: Вид. центр «Академія». 2000. 863 с.

12. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України «Про затвердження Положення «Про рекреаційну діяльність у межах територій та об'єктів природно-заповідного фонду України» в Редакція від 22.06.2009 р. N330. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0I679-09#Text

13. Пригара О. В., Брик С. Д., Голубець І. М. Розвиток туристично-рекреаційного комплексу. *Економіка та суспільство.* 2021. Вип. 33. URL: https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/938

14. Ривак З. М. Збірник наукових праць «Проблеми раціонального використання соціально-економічного та природно-ресурсного потенціалу регіону: фінансова політика та інвестиції». 2010. Вип. XVI. №2. С. 472–478.

15. Смаль І. В. Рекреація і туризм: короткий тлумачний словник термінів і понять. Ніжин: Вид-во НДПУ імені М. Гоголя, 2006. 80 с.

16. Стойка В. О. Зарубіжний досвід інвестиційної політики в туристичній галузі та можливості його застосування. *Економічний простір*. 2011. № 45. С. 94–106.

17. Топчієв О. Г. Суспільно-географічні дослідження: методологія, методи, методика. Одеса: Астропринт, 2005. 631 с.

18. Хитра О. Синергетичний потенціал розвитку туристично-рекреаційної соціо-еколого-економічної системи. *Економіка та суспільство*, (25). 2021. URL: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-25-49

19. Яворська В. В., Ніколаєва О. І. Географічні складові предметної області рекреаційно-туристичної діяльності. *Вісник Одеського національного університету*. Серія: Географічні та геологічні науки. Одеса, 2016. Том 21. Вип. 2(29). С. 171–185.

20. Richard J. Dolesh. Top Trends in Parks and Recreation for 2022. URL: https://www.nrpa.org/parks-recreation-magazine/2022/january/top-trends-in-parks-and-recreation-for-2022/

РОЛЬ ШТУЧНИХ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ У ФОРМУВАННІ РАДІОЕКОЛОГІЧНОГО СТАТУСУ АГРОЦЕНОЗІВ

Чорна В. І., Ананьєва Т. В., Ворошилова Н. В., Ткачук А. В.

У складних екологічних та економічних умовах сьогодення стратегія розвитку аграрного виробництва повинна бути спрямована на збереження і відтворення в першу чергу ґрунтових, водних та біологічних ресурсів, охорону навколишнього природного середовища та забезпечення людей високоякісними продуктами харчування в достатній кількості. Екологічні пріоритети у сучасному вітчизняному аграрному виробництві необхідно узгоджувати з принципами Спільної агарної політики країн ЄС у частині орієнтації на ефективне використання локальних ресурсів для збереження екосистем, пом'якшення наслідків зміни клімату, сталий і збалансований сільський розвиток [17]. Агроекологія на сучасному етапі розвитку суспільства виступає не лише як галузева сільськогосподарська наука, що досліджує агросферу для забезпечення потреб людства, але і вивчає також загальні агроекологічні проблеми, пов'язані з охороною природи – важливою складовою збалансованого розвитку навколишнього природного середовища.

Сучасні агроекологічні дослідження є своєрідним синтезом інвайронментології та екосозології. Пріоритетними науковими напрямами в галузі агроекології визнані дослідження екологічного стану ресурсів агросфери, екологічної безпеки в агропромисловому комплексі, закономірностей міграції полютантів в агроекосистемах, до розробок яких активно долучається Дніпровський державний аграрно-економічний університет.

Дніпропетровська область є однією з найбагатших в Україні за різноманітністю і значущістю природних ресурсів. Майже на всій території області переважають родючі чорноземні ґрунти, розгалужена система водопостачання дозволяє вести інтенсивне сільське господарство. Дніпропетровщина багата на корисні копалини. Мінерально-сировинна база характеризується значними запасами паливно-енергетичної (чорне і буре вугілля), уранової, будівельної сировини, залізної і марганцевої руд. Накопичення гірничих відвалів, радіоактивних відходів уранодобувної та уранопереробної промисловості у Дніпропетровській області, незадовільні умови зберігання відходів-хвостів залишається гострою проблемою, яка вимагає здійснення постійного радіаційного моніторингу на прилеглих територіях і агроландшафтах та прийняття системи заходів щодо запобігання подальшого радіоактивного і хімічного забруднення навколишнього природного середовища, порушення сільськогосподарських земель, шкідливого впливу на стан здоров'я населення [14; 16].

Одним із пріоритетних заходів, спрямованих на охорону та раціональне використання земель і відтворення родючості ґрунтів є лісомеліорація. Ліси являють собою найвагоміший фактор протидії посушливому клімату південно-східних регіонів України, слугують охороні природного середовища, виконують значне ґрунтозахисне та водорегулювальне навантаження, запобігають утворенню суховіїв і пилових бур, змінюють гідрологічний режим

території тощо [5; 13]. Розширення в умовах степової України лісових захисних, рекреаційних, декоративних, лісомеліоративних насаджень сприяє поліпшенню родючості ґрунту та збільшенню ефективності використання природних ресурсів території. Сталий рослинний покрив затримує твердий стік, екранує частину поверхні ґрунту. Становлення і розвиток рослинного покриву супроводжується зростанням його буферної ролі в міграції радіонуклідів [3].

Ліси Дніпропетровщини не мають промислового значення, виконують, в основному, екологічні, захисні та рекреаційні функції і мають природоохороне, наукове, історико-культурне призначення. Корисні властивості лісів у області надзвичайні, оскільки вони здатні зменшувати негативні наслідки природних явищ, захищати ґрунти від ерозії, запобігати забрудненню навколишнього природного середовища та очищати його, сприяти регулюванню стоку води, оздоровленню населення та його естетичному вихованню. Лісовий пояс значно зменшує шумове навантаження, що є проблемою у великих промислових містах, до яких належать м Дніпро та його сателіти.

За розрахунками, оптимальна лісистість у Придніпровському регіоні повинна становити 8–10%, на теперішній час вона складає лише 5,6% (по Україні цей показник – 15,6%) [11].

У Дніпропетровській області сформована система штучних лісових насаджень, яка складається з великих масивів, полезахисних лісосмуг, водозахисних насаджень та ділянок відновлювальних насаджень в межах природних лісових біогеоценозів (байрачних, заплавних та аренних лісів). Вони виконують ґрунто- та водозахисні, фітомеліоративні, рекреаційні функції, збільшують ландшафтне та видове різноманіття, є резерватами цінних видів рослин та тварин, входять до складу екологічних коридорів та екоядер в системі екомережі України, мають великий екологічний потенціал.

Об’єктом нашого дослідження стали процеси накопичення і міграції основних дозоутворюючих радіонуклідів та формування ефективної питомої радіоактивності і потужності поглиненої дози у штучних лісових насадженнях.

Міграція радіонуклідів відбувається при взаємодії двох груп чинників. По-перше, розсіяння радіонуклідів і розвиток процесів самоочищення екосистем чинниками стоку, змиву і переходу радіонуклідів у рухомі форми. По-друге, утримання радіонуклідів на місці випадіння, обумовлене радіоекологічною ємністю екосистем – наявність у ґрунті і товщі ґрунтоутворюючих порід гумусу, глинистих мінералів, інтенсивної техногенної концентрації на ділянках геохімічних бар’єрів.

Ґрунти є джерелом надходження штучних радіонуклідів у повітря, поверхневі і підземні води, фітоценози, м'ясо-молочні продукти харчування. Досліджено залежність міграції забруднювачів від сорбційних властивостей ґрунтів та осадових порід. Сорбційні властивості порід по відношенню до ^{90}Sr зменшуються за рядом: чорноземний ґрунт – бентоніт – каолініт – глинистий суглинок – супіски – піски – тріщинуваті породи (граніт, базальт, вапняк, піщаник). По відношенню до ^{137}Cs сорбційні властивості порід зменшуються у такій послідовності: глинисті породи (каолініт, монтморилоніт, бентоніт) ґрунти (чорнозем, перегній, червонозем та ін.) піски тріщинуваті породи.

Значна частина радіонуклідів, змита з території Білорусі та Росії після аварії на ЧАЕС, потрапила у басейн р. Дніпро та її біоценози. Підземні води відіграють головну роль у міграції радіоактивних забруднювачів у ґрунтах та осадових шарах літосфери.

Радіаційне забруднення має дострокові наслідки впливу на забруднених територіях. Біогеохімічні цикли активно змінюються. Наприклад, внаслідок припинення господарської діяльності в зонах відселення починають розвиватися процеси самовідновлення ґрунтово-рослинного покриву. Відбувається відновлення первинної структури ґрунтових горизонтів, природної кислотності, видалення або локалізація надлишкового азоту та інших техногенних забруднювачів. Самовідновлення рослинного покриву полягає в поновленні характерних лісових біоценозів через ряд перелогів, луків та вторинних лісів. Процеси самовідновлення екосистем є позитивними з точки зору підвищення радіоекологічної ємності ландшафтів і обмеження міграції радіонуклідів [12].

Техногенні радіонукліди включаються до природних процесів масообміну. Біогеохімічний кругообіг радіонуклідів включає в себе: поглинання рослинами, тваринами, мікроорганізмами окремих радіоактивних ізотопів, при цьому відбувається поступове включення їх до складу біологічних структур; виділення надземними частинами та кореневими системами рослин радіонуклідів у складі певних сполук, вимивання з листя дощами рухливих радіонуклідів; виділення тваринами продуктів, що утворюються внаслідок травлення і надходять у ґрунти у складі нових сполук або як їх домішки; відмирання надземних та підземних органів рослин – листкового опаду або рослин, які закінчили свій онтогенез; розклад органічних залишків мікроорганізмами, що супроводжується включенням радіонуклідів до складу бактеріальної маси, або їх переходом у ґрунтовий розчин.

Біогенне поглинання радіонуклідів фітоценозами відбувається з ґрунтів, вод, атмосферного повітря та опадів. Однією з важливих біогеохімічних характеристик радіонуклідів є їх доступність для поглинання рослинами. На глибині гумусового горизонту ґрунтів зосереджено 95% ^{137}Cs і ^{90}Sr. На межі орного та коренезбагаченого шару відбувається формування їх розчинних форм, що активно вступають у процеси водної фізико-хімічної і біогенної міграції. Характер розподілу кореневих систем по профілю грунту істотно впливає на перенесення радіонуклідів у надземну біомасу рослин. З поверхні рослин вони можуть адсорбуватись або проникати всередину через продихи. Найбільш активно поглинають листям (листове поглинання), суцвіттям (флоральне поглинання) та поверхневим корінням (кореневе поглинання). Особливе місце в лісових екосистемах займають гриби – визначальний фактор формування підстилки як бар'єра міграції радіонуклідів у ґрунт та підземні води. Частково радіонукліди, відокремлені в процесі господарської діяльності, повертаються у вихідні культурні фітоценози у складі гною або компостів.

Біогенне поглинання радіоактивних речовин зооценозами відбувається харчовими ланцюгами та у процесі дихання. Сезонні міграції перелітних птахів супроводжуються виносом із забруднених зон ряду радіонуклідів. Завдяки

життєдіяльності риючих тварин радіонукліди проникають вглиб ґрунту значно швидше, ніж це допускають процеси перенесення радіонуклідів ґрунтовим розчином.

Рівні небезпечних доз радіоактивного опромінення для різних організмів є різним. Біологічними ефектами впливу радіонуклідів на організм людини і сільськогосподарських тварин є радіаційне ураження. Його особливість – генетична дія, тобто передача з покоління в покоління, часто із збільшенням ефекту. Радіація порушує всі можливі типи імунітету. На територіях із забрудненням понад 5 Кі/км^2 імунна система дітей не спроможна протидіяти захворюванням.

Перенесення опромінення залишає наслідки на всі наступні життєві цикли організму у різних формах. Це склеротичні процеси різних органів, дисгармонійний стан, прискорене старіння, збільшення числа спонтанних абортів та зниження числа новонароджених, зростання числа хворих на рак у десятки і сотні разів, порушення ендокринного балансу в організмі, що призводить до відставання у фізичному та статевому розвитку.

За даними Міністерства охорони здоров'я України, за 10 років після аварії на ЧАЕС померло 125 тис. потерпілих. Смертність серед потерпілих зросла у 6,8 рази, кількість серцево-судинних захворювань у 8–10 раз, ураженість ендокринної і імунної системи у 15 раз у порівнянні із середнім по Україні в цілому. У 65 раз підвищилась кількість онкологічних хворих [12].

У зв'язку з цим вагомий інтерес привертає роль штучних санітарно-захисних лісосмуг у обмеженні міграції радіоактивних ізотопів природного і штучного походження у агроценозах.

Концепцією збалансованого розвитку агроекосистем на період до 2025 р., схваленою Президією УААН у 2003 р., передбачається посилення робіт як зі збереження лісових генофондів, так і з цілеспрямованого збільшення площ лісових насаджень [16]. Відомо, що лісова екосистема є особливим видом екосистем, що міцно утримує радіонукліди. Ліс може впливати на міграцію радіонуклідів у глобальному масштабі. Радіонукліди, що осідають на кронах дерев, під впливом атмосферних опадів і внаслідок опадання листя переміщуються в лісову підстилку і залучаються до основних біоекологічних процесів [12].

Накопичення радіонуклідів у складових компонентах лісових біоценозів визначається надходженням радіонуклідів при кореневому живленні рослин [3; 14]. При цьому, ґрунт та органічний опад є основним місцем зосередження радіонуклідів у біогеоценозах. Значну роль у перерозподілі радіонуклідів відіграє моховий покрив. Завдяки розкладу органічного опаду відбувається поступове заглиблення радіонуклідів у мінеральну частину ґрунту. Кількісні характеристики цього процесу відрізняються між собою в залежності від типів лісорослинних умов [8; 9].

Досить важливу роль для величини швидкості вертикальної міграції відіграє ступінь зволоженості ґрунтів. Із зростанням вологості інтенсивність міграції радіонуклідів у них зростає, відповідно збільшується їх вміст у лісовій

підстилці. Важливим чинником у перерозподілі радіонуклідів між лісовою підстилкою та мінеральною частиною ґрунту є популяційний склад насаджень [4; 14].

Після аварії на Чорнобильській АЕС у лісових екосистемах України проводилися широкі радіоекологічні дослідження, але лише невелика їх кількість була безпосередньо присвячена вивченню переходу радіонуклідів до рослин, особливостей накопичення та утримання радіонуклідів у частинах рослин. Процеси міграції радіоактивних елементів у штучних лісових насадженнях майже не вивчалися [8; 9; 14; 15; 19].

Метою нашого дослідження стало виявлення закономірностей міграції радіонуклідів у абіотичних і біотичних складових штучних лісових екосистем.

Проби природного матеріалу відбиралися у 2020–2021 рр. на території сільськогосподарських угідь біля с. Майорка Дніпровського району. Пробні ділянки вибирали за угрупованнями робінії псевдоакації (*Robinia pseudoacacia L.*) з перевагою 60-, 15- і 5-річних дерев у віковій структурі. Потужність лісової підстилки складала відповідно 4,0; 2,5 і 1,0 см. Зразки ґрунту відбирали на глибині 20–25 см згідно ДСТУ 4287:2004.

Первинна підготовка природного матеріалу полягала у подрібненні за допомогою лабораторного млинка і висушуванні в сухожаровій шафі до постійної ваги при температурі 105°С. Питому активність радіонуклідів визначали у зразках вагою 10–20 г на сцинтиляційному спектрометрі гама-випромінювання СЕГ–001 «АКП–С» та спектрометрі бета-випромінювання СЕБ-01-150 (Україна) у Бк/кг сухої ваги.

Для оцінки загального рівня радіоактивності, що створюється у компонентах екосистеми основними дозоформуючими радіонуклідами, та можливого впливу на біоту, розраховували інтегральні показники ефективної питомої радіоактивності та потужності поглиненої дози.

Інтенсивність радіаційного фону вимірювали за допомогою цифрового дозиметра-радіометра РКС-01 «Стора» (Україна). Потужність природного радіаційного фону в зоні дослідження не перевищувала встановлені санітарно-гігієнічні норми, значення коливалися від 0,085 до 0,275 мкЗв/год.

Отримані чисельні дані піддавали математичному опрацюванню загальноприйнятими методами варіаційної статистики для малої вибірки. Статистична обробка проведена за допомогою Statsoft Statistica 10.0. Отримані дані середніх значень подані в рисунках, стандартні відхилення не перевищували 5–7%, що відповідає нормативам контролю якості результатів аналізу внутрішньо лабораторного контролю и характеризує їх як достовірні.

З метою дослідження особливостей міграції радіоактивних ізотопів ^{226}Ra, ^{232}Th, ^{40}K, ^{137}Cs і ^{90}Sr у біогеоценозі санітарно-захисної лісосмуги проведено радіоекологічний аналіз трьох складових елементів екосистеми штучних лісових насаджень робінії псевдоакації (*Robinia pseudoacacia L.*) – ґрунту, лісової підстилки, листя дерев.

Рівні вмісту основних дозотворних радіонуклідів у ґрунті штучних лісових насаджень робінії псевдоакації (Robinia pseudoacacia L.)

Виявлено, що в літній період у пробах ґрунту концентрації ^{226}Ra варіювали від 19,8 до 27,2 Бк/кг, причому у локаціях, де переважали 60-річні

стовбури, рівень вмісту ^{226}Ra у ґрунті був нижчим у середньому на 16,1% у порівнянні з масивами більш молодих дерев (*рис. 1*).

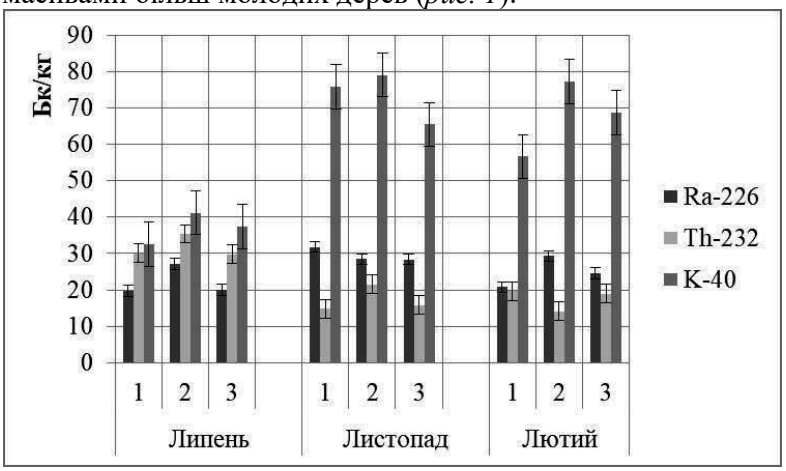


Рис. 1. Рівні вмісту природних радіонуклідів (Бк/кг сухої ваги) у ґрунті під штучними лісовими насадженнями робінії псевдоакації (*Robinia pseudoacacia L.*): 1 – 60-річні дерева, 2 – 15-річні дерева, 3 – 5-річні дерева

Вміст ^{232}Th у ґрунті досліджуваних точок був більш рівномірним. Абсолютні значення питомої радіоактивності ^{232}Th виявлені в межах від 29,8 до 35,4 Бк/кг, середньостатистичне зниження у місцях зростання більш старих дерев складало 8,0 %. Рівень вмісту ^{40}K у ґрунті коливалися від 32,6 до 41,2 Бк/кг і знижувався зі зростанням віку дерев у середньому на 17,1 %.

У осінній і зимовий періоди знайдені незначні збільшення вмісту ^{226}Ra у ґрунті в середньому на 33 та 11 %, у той час, як вміст ^{232}Th знижувався на 45 %. Концентрація ^{40}K у грунт в зимово-осінній період зростала майже вдвічі до 73,44 та 67,58 Бк/кг. Вочевидь, значне збільшення вмісту ^{40}K пов'язано з його інтенсивним надходженням з приґрунтового шару. Отримані результати добре узгоджуються з даними інших авторів (Abba, 2018), які відмічали, що швидкість міграції радіонуклідів залежить від гранулометричного складу ґрунту в такій послідовності: ^{40}K > ^{232}Th > ^{226}Ra.

У відповідності до «Норм радіаційної безпеки України» (НРБУ-1997) розраховували інтегральний показник ефективної питомої активності природних радіонуклідів у ґрунті та лісовій підстилці за формулою:

$$A_{еф} = A_{Ra} + 1{,}31A_{Th} + 0{,}085A_K \quad (1)$$

Для оцінки ризику радіаційного впливу на біоту було розраховано потужність поглиненої дози з використанням коефіцієнтів перерахунку, рекомендованих НКДАР, 2000 (Abba, 2018; Abedin, 2019; Gad, 2019):

$$D = 0{,}462C_{Ra} + 0{,}604C_{Th} + 0{,}0417C_K \quad (2)$$

Значення інтегральних показників ефективної питомої радіоактивності у ґрунті варіювали, відповідно, від 59,04 до 77,07 Бк/кг у літній період та від 51,30 до 54,43 Бк/кг в зимовий; потужності поглиненої дози – від 28,69 до 35,67 нГр/год у літній період та від 23,81 до 25,67 нГр/год в зимовий (*табл. 1*).

Слід зауважити, що величини інтегральних показників не змінювалися значним чином на протязі досліджуваних сезонів року, що вказувало на перерозподіл радіоактивних елементів у шарах грунту внаслідок відмінностей у їх рухомості та міграційній здатності. Отримані дані свідчили, що рівні радіоактивності у досліджуваній місцевості були в межах допустимого радіаційного фону і не становили ризику для біологічних об'єктів.

Таблиця 1

Інтегральні показники ефективної питомої радіоактивності (A) і потужності поглиненої дози (D) у грунті під штучними лісовими насадженнями робінії псевдоакації (*Robinia pseudoacacia L.*)

Показник	Точка відбору проби	Липень	Листопад	Лютий
Ефективна питома радіоактивність (A, Бк/кг)	1	62,0	57,63	51,30
	2	77,07	63,62	54,43
	3	59,04	54,68	55,26
Потужність поглиненої дози (D, нГр/год)	1	28,69	26,78	23, 81
	2	35,67	29,42	25,29
	3	28,8	25,40	25,67

Примітка: 1– 60-річні дерева, 2– 15-річні дерева, 3– 5-річні дерева.

Виміряні концентрації штучних радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у ґрунтовому шарі екосистеми штучної лісосмуги робінії псевдоакації були у 20–40 разів нижче у порівнянні з природними (*рис. 2*), що узгоджується з їх малою часткою у хімічному складі ґрунту. Рівні вмісту ^{137}Cs і ^{90}Sr у більшості випадків не залежали закономірним чином від вікової структури угруповань деревних насаджень робінії псевдоакації на досліджуваній території.

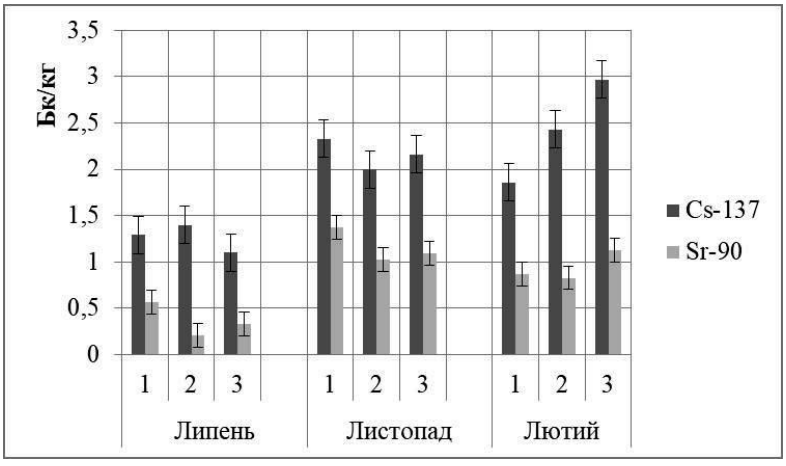


Рис. 2. Рівні вмісту штучних радіонуклідів (Бк/кг сухої ваги) у грунті під насадженнями робінії псевдоакації (*Robinia pseudoacacia L.*): 1 – 60-річні дерева, 2 – 15-річні дерева, 3 – 5-річні дерева

У осінньо-зимовий період концентрації радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у ґрунтовому шарі екосистеми штучної лісосмуги збільшувалися у 1,5–2 рази, хоча і не переважали допустимих норм. Вміст ^{137}Cs у ґрунті варіював від 1,1 Бк/кг влітку до 2,33 Бк/кг восени та 2, 97 Бк/кг взимку. Причому в зимовий період відзначено рівномірне зростання вмісту ^{137}Cs у ґрунті в оберненій залежності від віку деревних насаджень робінії псевдоакації. Концентрації ^{90}Sr варіювали від 0,57 Бк/кг влітку до 1,37 Бк/кг восени та 1,13 Бк/кг взимку, залежність від вікової структури деревної рослинності не відмічалась.

Рівні вмісту природних і штучних радіонуклідів у приґрунтовому шарі штучних лісових насаджень робінії псевдоакації (Robinia pseudoacacia L.)

Приґрунтовий шар лісозахисної смуги складається з опаду та лісової підстилки, які утворюються опалим листям, трав'яною рослинністю та іншими природними субстратами. У лісовій підстилці інтенсивно відбуваються процеси деструкції та біохімічної трансформації рослинних залишків, тому вона виступає одним із найважливіших складників лісового угруповання та структурно-функціональним компонентом, який об'єднує абіотичні та біотичні частини біогеоценозу до цілісної системи [18].

З погляду вертикальної будови біогеоценозу лісова підстилка – особливий біогеогоризонт, що відрізняється від ґрунту. У її складі переважає органічна речовина, частина якої довгі роки зберігається у формі рослинних залишків (листя, гілки). Крім того, на відмінну від ґрунтових горизонтів вона динамічна: її потужність і запаси (маса) різко змінюється на протязі року й по роках. Отже, лісова підстилка – це особливий компонент біогеоценозу, важлива ланка в низці зв'язків між рослинністю та ґрунтом. Підстилкою вважають всі сухі не розкладені й напіврозкладені частини рослин, що втратили зв'язок з рослиною і лежать на поверхні ґрунту. Вона має компактність, пошаровість, а іноді (за умов повільного розкладу відмерлої фітомаси) і значну потужність – до 20 см.

У лісових екосистемах степової зони підстилка відіграє важливу ґрунтозахисну та протиерозійну роль. Особливості підстилки залежать від типу деревостану, екологічної структури, лісорослинних умов, живого надґрунтового покриву, надземної фауни. Запаси лісової підстилки значно змінюються впродовж року, поступово зменшуючись з весни до кінця літа та значно зростаючи з осені до початку весни. Це явище зумовлюється сезонністю надходження та мінералізації опаду рослинної маси. Значний вплив на формування підстилки справляють кліматичні та ґрунтові умови. М'який та вологий клімат і багаті ґрунти прискорюють розклад відмерлої фітомаси деревних порід іноді до повної деструкції впродовж теплої зими або першої половини літа. Протилежні умови – нестача тепла, посуха або надлишкове зволоження – затримують розклад на проміжних етапах або сприяють накопиченню більш міцних комплексів перегнійних речовин, які не підлягають швидкому розкладу.

Кількість підстилки змінюється залежно від географічної широти та висоти й пов'язаних з ними відмінностей у кліматі, ґрунті та рослинності. Вік насадження впливає на кількість лісової підстилки до тих пір, поки не

встановиться приблизна рівновага між накопиченням та розкладом відмерлої фітомаси.

Характеристики запасів підстилки і її властивостей дають можливість оцінити інтегральну акумуляцію речовин рослинного опаду, встановити вміст поживних елементів у корененасиченому шарі ґрунту та ступінь їх доступності рослинам. Особливості будови та обсяги накопичення лісових підстилок служать показниками гумусового стану ґрунтів та відображають їх лісорослинні властивості.

Кількість підстилки в екосистемах різна й визначається співвідношенням надходження мертвих рослинних залишків під час відмирання надземної фітомаси, розкладом та переміщенням матеріалу підстилки в розташовані нижче горизонти ґрунту. Запаси підстилки є найбільш об'єктивним серед морфологічних показників і становить основу в процесі оцінки інтенсивності кругообігу, тобто він відбиває насамперед біогеоценотичну суть підстилки. Однак запаси підстилки – це недостатня характеристика в оцінці та порівнянні різних типів біогеоценозів.

Одним із характеристичних показників є склад підстилки. Він полягає в наявності окремих фракцій опаду та його видовій належності. Підстилка складається з листя різного ступеня розкладання, трухлявини – органічного субстрату, складеного з уламків та залишків інших фракцій (гілок, шишок, плодів та лусок), матеріалів, які втратили свій первісний вигляд. Склад підстилок може характеризуватися співвідношенням активної та неактивної фракцій, яке дає можливість оцінити інтенсивність процесів розкладу. Активна фракція підстилки включає опале листя, насіння, дрібні гілочки, плоди на інші органічні рештки, що піддаються сапротрофному споживанню, а неактивна – гілки, кора, шишки та інший матеріал, стійкий до розкладу.

У процесі розкладу в підстилці зменшується частка листя й відносно збільшується частка гілок, плодів, лусок та інших залишків, деструкція яких відбувається повільніше. Будова підстилки є функцією її генезису, утворення і, як наслідок, функцією розкладу опаду. Формування підстилки визначається характером та кількістю матеріалу, що надходить, і умовами його розкладу. Тому підстилка може добре характеризувати та діагностувати (як і інші компоненти біогеоценозу, включаючи ґрунт) ґрунтово-кліматичні умови. Пухкість та щільність підстилки найбільшою мірою залежить від розміру листя і рельєфу їх поверхні. Скручене або гофроване вздовж країв листя (як у дуба звичайного) не можуть складатися щільно й тому утворюють пухку підстилку. Також пухка підстилка утворюється у змішаних насадженнях, що спричинене різноманіттям листя, яке складається нещільно. Пухкість підстилки сприятлива для її розкладу майже повсюдно, за винятком вкрай посушливих місць зростання та лісових узлісь, із яких свіжо опале листя виноситься вітром. Нещільна підстилка швидко пропускає воду в ґрунт та запобігає її випаровуванню. Шаруватість лісової підстилки листяних порід сприяє швидкому проникненню опадів у ґрунт, захисту їх від випаровування з поверхні ґрунту.

Інтенсивність розкладу підстилки залежить від інтенсивності її утворення, оскільки активність мікробоценозу лімітується інтенсивністю надходження поживного субстрату. З моменту досягнення максимальної активності мікробоценозу в дію вступають його внутрішні авторегулярні механізми, які знижують активність. Лише в рідкісних випадках активність мікроорганізмів упродовж вегетаційного періоду лімітується зовнішніми умовами.

Потужність підстилки також є важливим діагностичним показником інтенсивності деструкційних процесів, відображення балансу надходження та розкладу органічної речовини в екосистемі. Потужність – це товщина підстилкового перерізу, найбільш доступний для виміру показник. Водночас це один із найбільш мінливих параметрів як у часі, так і в просторі. Товщина кожного шару й загальна потужність обчислюється за різницею між верхнею межею шару та наступними рівнями після відбору чергового шару мінералізації.

В теперішній час дослідження підстилки має моніторинговий характер. Вивчення підстилки – необхідна умова в оцінці стану лісового біогеоценозу й пізнанні процесів кругообігу речовин у системі «ґрунт – рослина».

Дослідження вмісту радіонуклідів у пробах підстилки лісозахисної смуги показали, що в літній період концентрації ^{226}Ra варіювали від 24,0 до 25,7 Бк/кг, концентрації ^{232}Th – від 32,1 до 40,2 Бк/кг, концентрації ^{40}K – від 44,4 до 55,3 Бк/кг (*рис. 3*).

В осінній і зимовий період спостерігали рівномірне зниження вмісту природних радіонуклідів у лісовій підстилці, ймовірно внаслідок їх вертикальної міграції у більш глибокі шари грунту. Абсолютні значення питомої радіоактивності ^{226}Ra виявлені в межах від 14,03 до 26,43 Бк/кг восени та від 11,87 до 21,97 Бк/кг взимку, сезонне зниження складало в середньому 14,5 % та 30,2 % відповідно. Рівні вмісту ^{232}Th варіювали від 7,97 до 15,97 Бк/кг восени та від 12,80 до 16,97 Бк/кг взимку, радіоактивність ^{232}Th знижувалась у середньому на 63,5 % у осінньо-зимовий сезон.

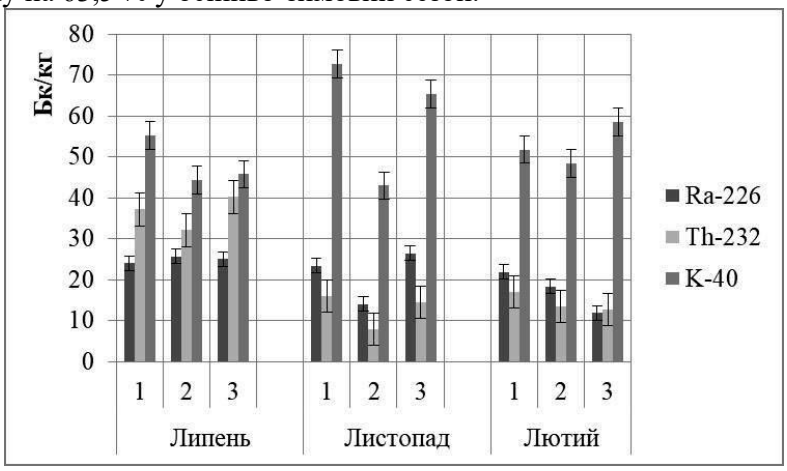


Рис. 3. Рівні вмісту природних радіонуклідів (Бк/кг сухої ваги) у приґрунтовому шарі штучних лісових насаджень робінії псевдоакації (*Robinia pseudoacacia L.*): 1 – 60-річні дерева, 2 – 15-річні дерева, 3 – 5-річні дерева.

Для природних радіонуклідів ^{226}Ra і 232Th відмічено закономірне зниження питомої радіоактивності у приґрунтовому шарі в міру зменшення віку деревних насаджень, що найбільш вираженим було в зимовий період.

Рівні вмісту ^{40}K у підстилці коливалися від 43,0 до 72,67 Бк/кг восени та від 48,43 до 58,57 Бк/кг восени. Збільшення радіоактивності ^{40}K на 24,4 % відмічалось у осінній період, ймовірно за рахунок його інтенсивного надходження у приґрунтовий шар з опалим листям.

Інтегральні показники ефективної питомої радіоактивності та потужності поглиненої дози у приґрунтовому шарі змінювалися в залежності від сезону року (*табл. 2*).

Значення показників ефективної питомої радіоактивності варіювали, відповідно, від 71,52 до 81,66 Бк/кг у літній період та від 33,62 до 48,60 Бк/кг в зимовий; потужності поглиненої дози у лісовій підстилці – від 33,11 до 37,79 нГр/год у літній період та від 15,65 до 22,56 нГр/год в зимовий, що також свідчить про сезонне зниження радіаційного фону за рахунок міграції дозоутворюючих радіонуклідів у більш глибокі шари грунту.

Таблиця 2

Інтегральні показники ефективної питомої радіоактивності (A) і потужності поглиненої дози (D) у приґрунтовому шарі штучних лісових насаджень робінії псевдоакації (*Robinia pseudoacacia L.*)

Показник	Точка відбору проби	Липень	Листопад	Лютий
Ефективна питома радіоактивність (A, Бк/кг)	1	77,43	50,56	48,60
	2	71,52	28,13	40,17
	3	81,66	50,95	33,62
Потужність поглиненої дози (D, нГр/год)	1	35,87	23,51	22,56
	2	33,11	13,08	18,67
	3	37,79	23,68	15,65

Примітка: 1- 60-річні дерева, 2- 15-річні дерева, 3- 5-річні дерева.

Концентрації штучних радіоізотопів ^{137}Cs у лісовій підстилці варіювали від 1,2 до 1,32 Бк/кг влітку, від 0,96 до 2,07 Бк/кг восени та від 0,90 до 1,70 Бк/кг взимку. Рівні вмісту ^{90}Sr визначались у межах 0,6–0,12 Бк/кг влітку, 0,61–1,27 Бк/кг восени та 0,58–1,07 Бк/кг взимку (*рис. 4*).

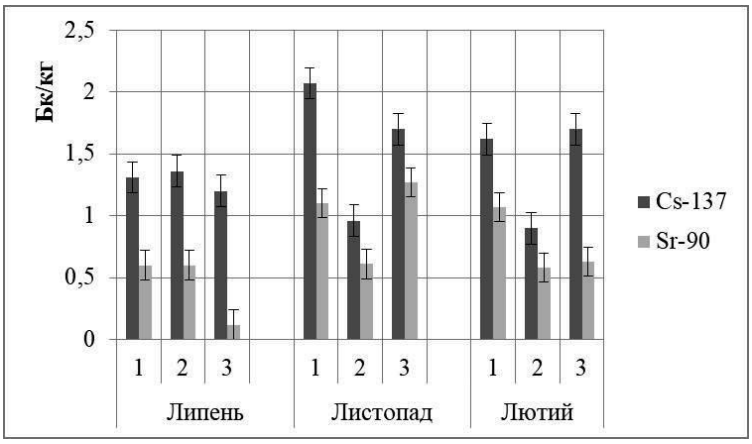


Рис. 4. Рівні вмісту штучних радіонуклідів (Бк/кг сухої ваги) у приґрунтовому шарі насаджень робінії псевдоакації (Robinia pseudoacacia L.): 1– 60-річні дерева, 2– 15-річні дерева, 3– 5-річні дерева

Таким чином, радіоактивність штучних ізотопів ^{137}Cs та ^{90}Sr підвищувалась у осінньо-зимовий період відповідно на 22,2% та 76,7%. Для радіонуклідів ^{90}Sr визначалось закономірне зниження питомої радіоактивності у лісовій підстилці зі зменшенням віку деревних насаджень.

Рівні вмісту природних і штучних радіонуклідів у листі робінії псевдоакації (Robinia pseudoacacia L.) у штучних лісових насадженнях

Рівні вмісту радіоактивних елементів визначали у листі робінії псевдоакації (*Robinia pseudoacacia L.*), однієї з найпоширеніших деревних порід у степовій зоні для формування захисних, рекреаційних, декоративних, лісомеліоративних штучних насаджень, яка також рекомендована в ролі біоіндикатора [7]. В літній період концентрації радіонуклідів у листі дерев різного віку варіювали від 9,8 до 11,3 Бк/кг для ^{226}Ra, від 10,2 до 12,4 Бк/кг для ^{232}Th та від 12,3 до 16,0 Бк/кг для ^{40}K (*рис. 5*).

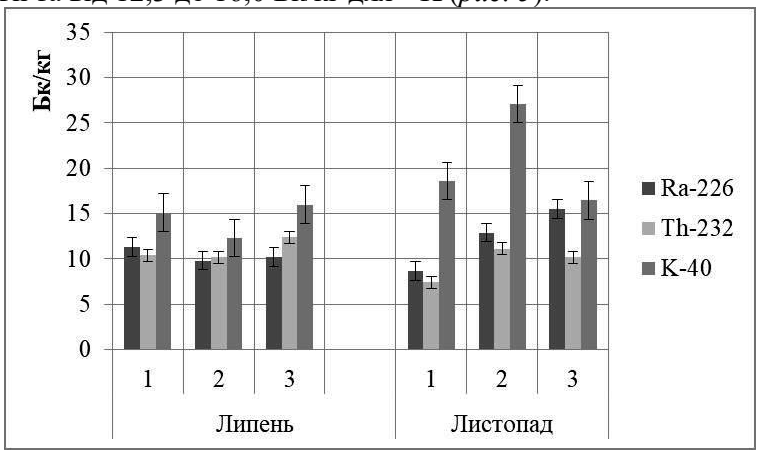


Рис. 5. Рівні вмісту природних радіонуклідів (Бк/кг сухої ваги) у листі робінії псевдоакації (Robinia pseudoacacia L.): 1 – 60-річні дерева, 2 – 15-річні дерева, 3 – 5-річні дерева

Восени рівні вмісту ^{226}Ra у листі робінії псевдоакації визначалися в межах від 8,67 до 15,5 Бк/кг, ^{232}Th – від 7,4 до 11,13 Бк/кг, ^{40}K – від 16,47 до 27,07 Бк/кг. В осінній період у листовій масі спостерігали підвищення вмісту природних радіонуклідів ^{226}Ra на 18,5 % та ^{40}K – на 43,2 %. Також виявлялась обернена залежність між концентраціями радіонуклідів ^{226}Ra, ^{232}Th у листі і віком дерев робінії акації. Вочевидь, молоді дерева з більшою швидкістю накопичували радіоактивні елементи через більш інтенсивні процеси проведення розчинів та синтезу органічних речовин.

Найбільш високі концентрації природних теригенних радіонуклідів ^{226}Ra, ^{232}Th, ^{40}K і значення інтегральних показників ефективної радіоактивності та потужності поглиненої дози були виявлені у складі лісової підстилки, найменші – у листі. Багаторічні дерев'янисті рослини, на відміну від одно-дворічних трав'янистих, акумулюють радіонукліди у деревині, корі, пагонах. І хоча основна маса радіонуклідів зазвичай сконцентровується у листі, а найменша – в деревині, багаторічний замкнутий цикл речовин: листя – лісова підстилка – ґрунт – корені – стовбур – листя може призводити до того, що радіонукліди, залучені до біологічного кругообігу, починають включатися у тканини рослинних компонентів, інтенсивно акумулюватися в їх багаторічних органах, зокрема в деревині, коріннях, кореневищах і виключаються із середовища.

Концентрації штучних радіонуклідів ^{137}Cs у листі дерев робінії псевдоакації визначались у межах від 0,16 до 0,39 Бк/кг у літній період та від 0,49 до 0,80 Бк/кг у осінній (*рис. 6*).

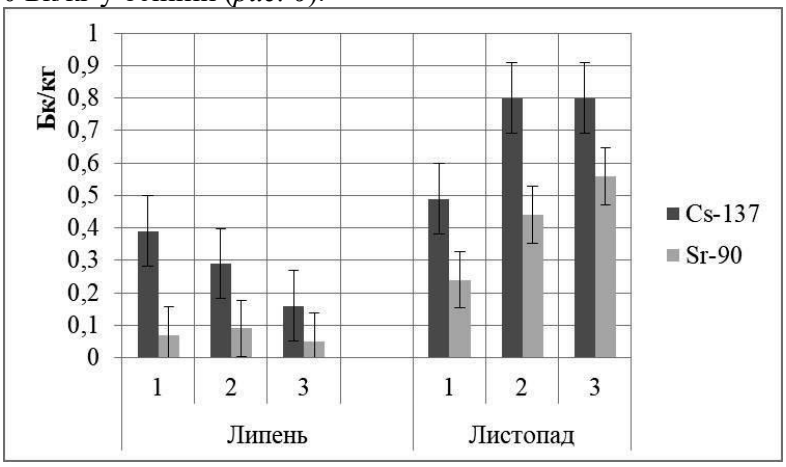


Рис. 6. Рівні вмісту штучних радіонуклідів (Бк/кг сухої ваги) у листі робінії псевдоакації (*Robinia pseudoacacia L.*): 1 – 60-річні дерева, 2 – 15-річні дерева, 3 – 5-річні дерева

Концентрації ^{90}Sr у листі варіювали в межах від 0,05 до 0,09 Бк/кг у літній сезон та від 0,24 до 0,56 Бк/кг у осінній сезон. Низькі концентрації штучних радіонуклідів у біотичних і абіотичних компонентах екосистеми пов'язані з їх послідовним «старінням» – зменшенням радіоактивності внаслідок спливання періоду напіврозпаду, виносом за межі території за рахунок твердого і рідкого поверхневого стоку.

Незважаючи на низькі рівні вмісту штучних радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr, восени виразно прослідковувалась їх акумуляція у листі дерев, в результаті чого концентрації ^{137}Cs і ^{90}Sr зростали більше, чим у 2 рази. Крім того, у осінній період спостерігалась закономірність до збільшення рівнів вмісту штучних радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr та інтенсивності їх накопичення у листі молодих дерев акації.

Таким чином, отримані дані підтверджують значну роль штучних лісових насаджень у міграції радіоактивних елементів в екосистемі. Результати проведених досліджень дозволили зробити наступні висновки.

1. Найбільш високі концентрації природних радіонуклідів ^{226}Ra, ^{232}Th, ^{40}K і значення інтегральних показників ефективної питомої радіоактивності і потужності поглиненої дози були виявлені у лісовій підстилці, найменші – у листі; значення обох інтегральних показників у ґрунті та лісовій підстилці були в межах допустимого радіаційного фону і не становили ризику для біологічних об’єктів.

2. У міру того, як збільшувався вік дерев, показники вмісту природних радіонуклідів ^{226}Ra, ^{232}Th, ^{40}K і питомої радіоактивності знижувалися у поверхневому шарі ґрунту.

3. Значення показників ефективної питомої радіоактивності і потужності поглиненої дози у лісовій підстилці зменшувалися впродовж осінньо-зимового періоду, що свідчить про сезонне зниження радіаційного фону за рахунок міграції дозоутворюючих радіонуклідів у більш глибокі шари ґрунту.

4. Зміни концентрацій штучних радіоізотопів ^{137}Cs і ^{90}Sr у ґрунті й лісовій підстилці не виявляли закономірного зв’язку з віковою структурою угруповань дендрофлори, а визначалися, ймовірно, іншими чинниками, такими як швидкість їх виносу з біологічного кругообігу, віддаленість від джерела радіоактивності тощо.

5. У осінньо-зимовий період концентрації радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у ґрунтовому шарі екосистеми штучної лісосмуги збільшувалися у 1,5–2 рази, хоча і не переважали допустимих норм.

6. Спостерігалась закономірність щодо сезонного збільшення рівнів вмісту штучних радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr та інтенсивності їх накопичення у листі переважно молодих дерев акації.

Робота виконана в межах прикладної науково-дослідної розробки Дніпровського державного аграрно-економічного університету БП-16/2020 «Оцінка якості лісової рекультивації ґрунтів в умовах мінливості кліматичних чинників», що фінансується за рахунок коштів державного бюджету (№ держ. реєстрації 0120U102383).

ЛІТЕРАТУРА

1. Abba H. T., Hassan W. M. S. W., Saleh M. A. Evaluation of environmental natural radioactivity levels in soil and ground water of Barkin Ladi, Plateau state, Nigeria. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*. 2018. Vol. 14, No. 3. P. 338–342.

2. Gad A., Saleh A., Khalifa M. Assessment of natural radionuclides and related occupational risk in agricultural soil, southeastern Nile Delta, Egypt. *Arabian Journal of Geosciences*. 2019. 12:188.

3. Gudkov I. O., Vinichuk V. V. Radiobiology & Radioecology. Kyiv: NAUU, 2006. 295 p.

4. Markovic J., Stevovic S. Radioactive Isotopes in Soils and Their Impact on Plant Growth. Chapter. *Metals in Soil – Contamination and Remediation*. London: IntechOpen Limited, 2019. P. 1–11.

5. Rozum P. I., Liubezna I. V., Kalchenko O. M. Improving efficiency of using agricultural land. *Науковий вісник Полісся*. 2017. № 3 (11). Ч. 1. С. 193–196.

6. Spatial distribution of radionuclides in agricultural soil in the vicinity of a coal-fired brick kiln / Abedin J. et al. *Arabian Journal of Geosciences*. 2019. 12:236.

7. Алєксєєва Т. М. Біоіндикація як метод екологічної оцінки стану природного навколишнього середовища. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2014. Вип. 2/2014 (85). С. 166–171.

8. Краснов В. П., Ландін В. П. Методологічні основи реабілітації лісових екосистем, забруднених радіонуклідами. *Збалансоване природокористування*. 2013. № 2–3/2013. С. 33–39.

9. Мельник В. В. Особливості розподілу ^{137}Cs у компонентах лісового біогеоценозу свіжих борів українського Полісся. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 2. С. 88–98.

10. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97) Державні гігієнічні нормативи. Київ: Відділ поліграфії Українського центру Держсанепіднагляду МОЗ України, 1997. 120 с.

11. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2020 рік. Дніпро, 2020. 320 с.

12. Рудько Г. І., Бондар О. І. Макроекологія України / за ред. Г. І. Рудька. Київ–Чернівці: Букрек, 2020. 520 с.

13. Травлєєв А. П., Бєлова Н. А., Звєрковський В. М. Теоретичні основи лісової рекультивації порушених земель у Західному Донбасі на Дніпропетровщині. *Ґрунтознавство*. 2005. Т. 16. № 1–2. С. 19–29.

14. Трохимчук І. М. Лісорозведення на радіаційно забрудненій території. *Вісник Черкаського університету.* Сер. «Біологічні науки». 2015. № 19. С. 121–126.

15. Функціонування лісових екосистем та ведення лісового господарства в зонах безумовного відселення / Ірклієнко С. П., Бузун В. О., Дмитренко О. Г., Турчак Ф. М. *Ядерна фізика та енергетика*. 2001. № 2 (02). С. 127–132.

16. Фурдичко О. І. Лісове господарство України: Перспективи розвитку при формуванні сталих агроекосистем. *Агроекологічний журнал*. 2003. № 3. С. 3–10.

17. Фурдичко О. І. Пріоритетність напрямів наукових досліджень з агроекології. *Вісник аграрної науки*. 2015. Вип. 3. С. 52–55.

18. Цвєткова Н. М., Якуба М. С. Роль лісової підстилки у накопиченні та розподілі важких металів у екосистемах середньої частини Присамар'я

Дніпровського. *Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах*: Матер. VI Міжнар. наук. конф. Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2011. С. 43–45.

19. Чорна В. І., Ананьєва Т. В. Особливості міграції радіонуклідів у штуч ному лісовому біогеоценозі. *Таврійський науковий вісник*. Серія: Сільськогоспо дарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Хер сон: Видавничий дім «Гельветика», 2020. Вип. 116. Ч. 2. С. 158–164.

20. Чорна В. І., Ананьєва Т. В. Сучасний радіоекологічний стан сільськогосподарських ґрунтів і зернової продукції у Дніпропетровській області України. *Achievements of Ukraine and the EU in ecology, biology, chemistry, geography and agricultural sciences*: Col. Monograph. Lublin, Riga: «Baltija Publishing», 2021. P. 348–363.

НАНОМОДИФІКОВАНІ В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ ДЛЯ ІОНОЗАХИСНИХ РОЗЧИНІВ

Дерев'янко В. М., Кондратьєва Н. В., Гришко Г. М.

До початку XX століття розширення цементного каменю, пов'язане з утворенням еттрингіту, розглядалось як велика проблема в хімії цементів. За останні 50 років було проведено дослідження природи даного мінералу, що дозволило використовувати його властивості при виробництві нових видів речовин (швидкотвердіючий, безсусадний, розширювальний, напружуючий) [1–2].

Аналіз вище наведених відомостей показує, що в залежності від мінералогічного складу змінюється кількість хімічно зв'язаної води і відповідно після гідратації радіаційно-захисні властивості в'яжучої речовини. Але використання глиноземистого цементу для виготовлення штукатурних розчинів є досить витратним, крім того, в загальному вигляді кількість хімічно-зв'язаної води знаходиться в межах 25–28%.

Науково-технічний прогрес супроводжується виникненням негативних факторів впливу на людський організм. Одним із таких факторів є радіоактивне випромінювання штучних джерел: Серед них (ізотопні, нейтронні, рентгенівські, прискорювачі, синхротрони, магнетрони, ядерні реактори), які можуть створювати радіаційний фон в багато разів вищий природного (ПРФ до 50 мкР/рік, для житлових помешкань від 4 до 20 мкР/год), до якого належить, наприклад, первинне, вторинне космічне випромінювання та інші [2–4]. В атмосфері створюється повітряний потік вторинного випромінювання (широка атмосферна злива), це рентгенівські промені, мюони, протони, альфа-частинки, півонії, електрони і нейтрони. ПРФ обумовлений космічним випромінюванням складає 3–6 (мкР/рік), а також випромінюванням радіонуклідів, що знаходяться в природних умовах в надрах землі. Штучними джерелами радіоактивного (ДРВ) випромінювання є різноманітне виробництво елементів теплової енергії на атомних станціях, стерилізація (харчових) продуктів, неруйнівний контроль в промисловості і будівництві, різні види досліджень, медицина і т. п. Ефективним матеріалом для біологічного захисту від іонізуючого випромінювання, особливо нейтронного, є матеріали, які в своєму складі мають хімічно зв'язану воду. До таких матеріалів відносяться бетони та розчини на основі мінеральних в'яжучих речовин.

Іонізуюче випромінювання є потоком частинок, які виникають внаслідок відриву електронів від атомів або молекул. При цьому вони стають позитивно заряджені, а атоми або молекули, що їх приєднують стають негативно зарядженими (потік гама-променів та частинок альфа, бета, нейтронів та інше). Воно діє негативно на людський організм і при певному рівні отриманої дози радіації порушуються біохімічні і фізичні процеси [3]. Рівень природного випромінювання коливається в широких межах, і найбільш зафіксований на поверхні Землі, був 90 мкР/рік (Бразилія) [4].

Середній глобальний вплив штучного випромінювання на людину становить 0,6-3 мЗв/рік, в основному за медичною візуалізацією. Так грудний рентген дає 20 мкЗв (2 мбер) ефективної дози. Комп'ютерна томографія – від 1 до 20 мЗв (от 100 до 2000 мбер) [5].

Порушення процесу створення крові відбувається, коли опромінення кісткового мозку досягає в дозах понад 500 мГр, збільшення онкологічних захворювань в дозах, що перевищують 200 мЗв. Для професійного опромінення ліміт дози береться на рівні 20 мЗв/рік ефективної дози. Межа дози відноситься до додаткового випромінювання над природним фоном, річна доза якого становить в середньому 2,4 мЗв.

Інтенсивність ɣ - променів (C_s-137) зменшує сталь товщиною 2,8 см, бетон – 10 см, дерево – 30 см [6].

Різні види іонізуючого випромінювання поділяють на іонізуючої і проникаючої здатності: альфа, бета, гама (*рис. 1*) [7].

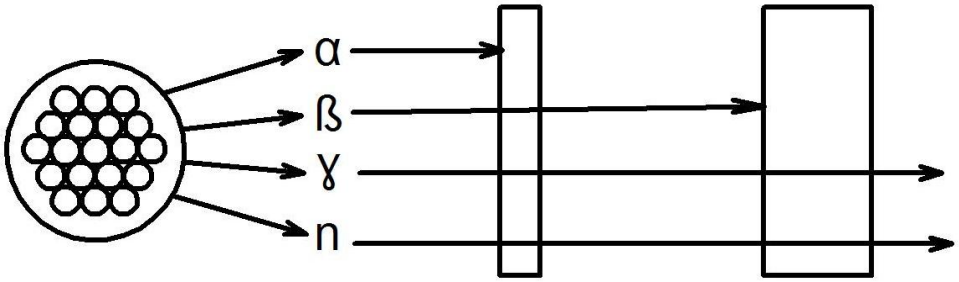


Рис. 1. Випромінювання іонізуючої і проникаючої здатності: α - альфа; β – бета; ɣ - гама; n – нейтронне

При нейтронному випромінюванні (потік нейтронів часток, що входять до складу ядра) потребує комбінованого захисту. Швидкість нейтронів необхідно уповільнювати, а потім зменшувати, що значно ускладнює захист.

Розглядаючи ряд мінеральних в'яжучих речовин, що використовуються для виготовлення радіаційно-захисних гідратних бетонів, можна відмітити, що по кількості хімічно зв'язаної води (в % по масі), є можливість розділити по основним мінералам: гіпсові ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) – 20%; магнезитові ($Mg(OH)_2$) – 58, ($MgCl_2 3Mg(OH)_2$) – 32%, при затворенні розчином сульфату магнію –33 %; цементні ($3CaO \cdot SiO_2 3H_2O$) – 32%, ($4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 13H_2O$) – 41,6%, композиційні, наприклад етрингітові ($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 32H_2O$) – 46% , шлаколужні системи $CaO–Al_2O_3– SiO_2$ та сполук лужних металів ($mCaO \cdot SiO_2 \cdot n H_2O$, $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot (2\text{-}4)SiO_2 \cdot (m+1)H_2O$, – до 23%. Слід відмітити, що в залежності від вимог до умов використання бетони і розчини повинні мати додаткові конструктивні властивості: міцність, термостійкість, густину, водостійкість, водопоглинання та ін.

Захисна здатність бетонів оцінюється товщиною шару, при якому потік іонізуючого випромінювання послаблюється в два рази. Відношення рівня радіації називається коефіцієнтом захисту від радіактивного випромінювання.

Еквівалентна товщина штукатурки по відношенню до свинцевої пластинки (1, 2, 3, 4 мм) при напрузі (кВ) на рентгенівській трубці: 75, 100, 125,

150 кВ, – відповідно дорівнює (1 мм) 18, 20, 20, 25; – (2 мм) – 36, 37, 38, 40; (3 мм) 60, 65, 68, 68; – (4 мм) 80, 90, 90, 90.

В'яжучі речовини з радіаційно-захисними властивостями використовуються як органічного, так і мінерального походження. Важливим фактором, як вказувалось вище, є кількість хімічно-зв'язаної води. Фізико-механічні властивості визначаються до вимог експлуатаційних умов (облицювальні, теплоізоляційні, конструктивні).

Особливо ефективними радіаційно-захисними матеріалами для поглинання і ослаблення нейтронів є глиноземистий та високоглиноземистий цемент, основними мінералами якого є СА, $C_{12}A_7$, C_3A та інші. При взаємодії з водою утворюється кристалогідрат двохкальцієвого гідроалюмінату, в якому кількість молекул води досягає вісім молекул. Загальна кількість хімічно-зв'язаної води знаходиться в межах 25–35%. Існуючі радіаційно-захисні в'яжучі на основі алюмінатних цементів мають щільність 4,0–4,1 т/м^3, а міцність на стиск 50–75 МПа.

Високі радіаційні властивості мають глиноземисті і сірчані цементи. Так лінійний коефіцієнт послаблення ɣ - протонів, см$^{-1}$
(енергія 0,3…1 МеВ дорівнює 0,096…0,319) [8].

Широко використовуються рідко-скляні компоненти з лінійним коефіцієнтом послаблення ɣ - протонів, см$^{-1}$ приблизно 0,282…0,325.

Властивості радіозахисних матеріалів на основі в'яжучих речовин (розчини, бетони) посилює використання різноманітних заповнювачів. Дисперсні фази (заповнювачі і наповнювачі) можуть складати до 85 % об'єму, мають значний вплив на формування структури і відповідно на властивості композицій. Їх виділяють в окремі групи в залежності від призначення.

Ефективно послаблюючі ɣ - випромінювання матеріали: барит ($BaSO_4$), магнетит Fe_3O_4, гематит Fe_2O_3, гетит $2Fe_2O_3 \cdot H_2O$, ільменіт $FeTiO_3$, чавунні або свинцеві частинки і т. д. Для уповільнення нейтронів використовують матеріали в складі яких є хімічно-зв'язана вода (серпентиніт, брусит, графіт). Для поглинання повільних нейтронів – з'єднання бора, літію [8].

Ефективність захисту від іонізуючого випромінювання визначається хімічним складом до якого бажано введення хімічних елементів (в порядку ефективності) H, C, B, O, Si, S, Cl, K, Ca [8–12]. І якщо розглянути мінеральні в'яжучі речовини, то значну роль відіграють алюмокальцієві цементи, так, як в результаті процесу гідратації утворюються сполуки з великим вмістом вказаних компонентів.

Розглядається ідея підвищення ослаблення ІРВ та механічних властивостей композитів введенням до системи вуглецевих нанотрубок.

З метою збільшення кількості хімічно зв'язаної води, що в значній мірі залежить від вмісту еттрингіту, в роботі проведено дослідження по розробці композиційного цементу системи $CaO–Al_2O_3–SO_3–H_2O$ (глиноземистий цемент–гіпс): а) 70÷30; б) 50÷50; в) 30÷70.

Технологія досліджень розробки композиційних в'яжучих речовин ГЦ-40+Г5-Н-11 складалась: дослідження властивостей сировинних матеріалів,

розробка складів глиноземно-гіпсових композицій та визначення основних властивостей (вміст хімічно-зв'язаної води, міцність, водопоглинання), наномодифікація складів розчинів на основі розробленої в'яжучої композиції, визначення коефіцієнта ослаблення ІРВ та механічних характеристик.

Основними компонентами для розробки композиційної в'яжучої речовини використано гіпс будівельний марки Г5-Н-ІІ (ДСТУ Б.2.7-82: 2010) виробництва Івано-Франківська (Україна). Глиноземистий цемент ГЦ-40 (Туреччина), нановолокно та пластифікатор Сіка.

Фазовий склад сировинних продуктів та отриманих виробів оцінювався за допомогою рентгенівської дифракції при кімнатній температурі з Cu і K-випромінюванням на X'Rert PRO PANalytical ert PRO, оснащеному детектором Celerator X' в діапазоні 2θ від 5 ° до 70 ° (крок 0,033, час/крок 50 с). фазова ідентифікація і уточнення методом Rietveld, проводилися за допомогою X'Pert HighScore Plus).

Термічний аналіз проведено з використанням приладів 600 SDT TA. Температура зміни з RT на 800 °C при швидкості нагрівання / охолодження 10 C/хв в сухому повітряному потоці (100 мл q хв-1) з використанням α-Al_2O_3 в якості еталона.

В системі $CaO–Al_2O_3–SO_3–H_2O$ формування еттрингіту в процесі гідратації проходить в два етапи: перший при взаємодії безпосередньо алюмінатів з сульфат іонами (C_nA_m + CSH_2) і другий – метастабільних продуктів гідратації глиноземистого цементу при наявності гіпсу (CSH_2). Важливо, що міцність затверділої системи залежить від швидкості формування еттрингіту в різних стадіях. Найбільш висока міцність досягається в випадку формування еттрингіту при реакціях метастабільних фаз гідроалюмінатів в слабозвязній структурі і при певній модифікації. Таким чином, задача полягає в регулюванні системи (ГЦ-40 + Г5) з метою отримання структури з максимальним вмістом хімічно зв'язаної води і структурою заданої міцності.

Еттрингіт [11] або трисульфатна форма гідросульфоалюмінату кальцію (ТГСАК, $C_6AŠ_3H_{32}$) є продуктом реакції гідратації в багатьох мінералогічних сумішах. За хімічним складом відповідає формулі $3CaO·Al_2O_3·3CaSO_4·31H_2O$, але за даними багаторазових досліджень вміст кристалізаційної води може змінюватися в залежності від умов оточуючого середовища. При нагріванні зразка в сухих умовах еттрингіт стабільний до 65 ºС, а у вологому середовищі навіть до 93 ºС. Кількість кристалізаційної води в еттрингіті не змінюється в межах 1012% відносної вологості, а при її зменшенні втрачається 20 молекул H_2O, що супроводжується руйнуванням структури еттрингіта. При повторній гідратації структура $3CaO·Al_2O_3·3CaSO_4·31H_2O$, відновлюється. Утворення обмеженої кількості цієї фази може стати прийнятним, однак у деяких випадках її формування призводить до розширення та навіть руйнування твердих зразків [11].

Швидкість гідратації алюмінатної (C_3A) та алюмоферитної (C_4AF) фаз залежить від вмісту і розчинності алюмінатів і сульфатів кальцію, що містяться в них і проходить з утворенням єттрингіту [3; 11–12] відповідно до хімічних реакцій 1, 2, 3:

$$C_3A + 3C\check{S}H_2 + 26H \rightarrow C_6A\check{S}_3H_{32} \quad (1)$$

$$3C_4AF + 12C\check{S}H_2 + 110H \rightarrow 4C_6(A, F)\check{S}_3H_{32} + 2(A, F)H_3 \quad (2)$$

$$C_4AF + 2CH + 6C\check{S}H_2 + 50H \rightarrow 2C_6(A, F)\check{S}_3H_{32} \quad (3)$$

Необхідна для проходження реакції (3) кількість гідроксиду кальцію, утворюється в результаті гідратації аліта і беліта. Коли молярне відношення CŠH2 / C3A < 3 або весь гіпс прореагував, можлива хімічна реакція (6) з утворенням моногідросульфоалюмінату кальцію (МГСАК, C4AŠH12) [3]:

$$C_6A\check{S}_3H_{32} + 2C_3A + 4H \rightarrow 3C_4A\check{S}H_{12}; \quad (4)$$

Якщо після завершення хімічної реакції 6 у суміші ще присутній C_3A [1], можлива реакція 4:

$$2C_3A + 21H \rightarrow C_4AH_{13} + C_2AH_8 \quad (5)$$

Продукти реакції 7, що виявляються малостабільними, беруть участь у реакції 6

$$C_4AH_{13} + C_2AH_8 \rightarrow 2C_3AH_6 + 9H$$

За наявності зовнішнього джерела сульфату іонів, продукти хімічних реакцій 4, 5, 6 вступають у реакцію з утворенням стійкого гідрата - еттрингіта [3]:

$$C_4A\check{S}H_{12} + 2C\check{S}H_2 + 16H \rightarrow C_6A\check{S}_3H_{32} \quad (7)$$

$$C_3AH_6 + 3C\check{S}H_2 + 19H \rightarrow C_6A\check{S}_3H_{32} \quad (8)$$

$$C_4AH_{13} + 3C\check{S}H_2 + 13H \rightarrow C_6A\check{S}_3H_{32} \quad (9)$$

$$3/2C_2AH_8 + 3C\check{S}H_2 + 29/2H \rightarrow C_6A\check{S}_3H_{32} + AH_3 \quad (10)$$

Реакції 7–10 представляють механізм «сульфатної атаки», що можливо при експлуатації споруд в агресивному середовищі. Для більшості використовуваних цементів гідратація C_3A завершується рівнянням реакцій 4 або 5 [3]. У разі повного відсутності гіпсу ($C\check{S}H_2$) та наявності великої кількості оксиду алюмінію (А) у суміші, можливо, взаємодія еттрингіту ($C_6A\check{S}_3H_{32}$) та гідроксиду алюмінію (AH_3) з утворенням моногідросульфоалюмінованого кальцію ($C_4A\check{S}H_{12}$):

$$C6A\check{S}3H32 + 2AH3 \rightarrow 3C4A\check{S}H12 + 2H \quad (11)$$

Формування еттрингіту також можливе при реакції алюмінатів кальцію (CA і $C_{12}A_7$) з сульфатом кальцію (CŠ) [31]:

$$CA + 3C\check{S} + 2CH + 30H \rightarrow C_6A\check{S}_3H_{32} \quad (12)$$

$$C_{12}A_7 + 21C\check{S} + 9CH + 215H \rightarrow 7C_6A\check{S}_3H_{32} \quad (13)$$

При гідратації мінерали глиноземистого і високо глиноземистого цементів формуються гідроалюмінати з високим вмістом хімічних елементів H, O, S, Si і хімічно зв'язаної води, в % по масі: AlH_3 – 50, C_2AH_8 – 43, C_2AH_7 – 36, CAH_{10} – 53, C_3AH_3 – 17, C_2AH_3 – 20, C_3AH_6 – 28, C_4AH_3 – 14,5 [3].

Глиноземистий Al_2O_3 до 55% і високо глиноземистий Al_2O_3 до 70% цемент. Хімічний склад глиноземистого цементу Al_2O_3 – 30-–50%; CaO – 35–45%; SiO_2 – 5–15%; Fe_2O_3 – 5-–15%. Оксиди знаходяться в глиноземистому цементі в виді мінералів системи $CaO\text{-}Al_2O_3$, а також в вигляді твердих розчинів [9].

В залежності від співвідношення CaO/Al_2O_3 в системі $CaO\text{-}Al_2O_3$ утворюються мінерали CA, C_5A_3, CA_2, $C_{12}A_7$, CA_6, C_3A. Оксиди Fe, Si, Mg утворюють геленіт $2CaO\cdot Al_2O_3\cdot SiO_2$ (C_2AS) і C3A3S - 3 $CaO\cdot 3Al_2O_3\cdot SiO_2$, а Fe_2O_3 – Ca_2AF, Ca_4AF, оксид магнію – $MgO\cdot Al_2O_3$ (шпінель).

Однокальцієвий алюмінат (CA) при гідратації утворює десятиводний гідроалюмінат кальцію, який є нестабільним і потім перетворюється в восьми водний двохкальцієвий гідроалюмінат [10].

$$2\,(CaO\cdot Al_2O_3)+11\,H_2O\rightarrow 2\,CaO\cdot Al_2O_3\cdot 8\,H_2O+2\,Al(OH)_3 \qquad (14)$$

$$2\,(CaO\cdot Al_2O_3)+10\,H_2O\rightarrow 2\,CaO\cdot Al_2O_3\cdot 7\,H_2O+\,Al_2O_3\cdot H_2O \qquad (15)$$

$$CA_2+\,H_2O\rightarrow\,C_2AH_8+2\,Al(OH)_3 \qquad (16)$$

C_2S, C_4AF, C_3A та C_2F гідратується за схемами портландцементу і кількість хімічно зв'язаної води досягає до 20 %. Високоглиноземистий цемент в своєму складі містить до 85–90% CA_2 і незначну кількість CA і C_2AS.

Аналіз вище наведених відомостей показує, що в залежності від мінералогічного складу змінюється кількість хімічно зв'язаної води і відповідно після гідратації радіаційно-захисні властивості в'яжучої речовини. Але використання глиноземистого цементу для виготовлення штукатурних розчинів є досить витратним, крім того, в загальному вигляді кількість хімічно-зв'язаної води знаходиться в межах 25–28%. В роботі розглянуто можливість розробки в'яжучих речовин з підвищеною кількістю хімічно-зв'язаної води, які в ряду зниження ІРВ (іонізуючого радіоактивного випромінювання) будуть найбільш ефективними. До таких в'яжучих речовин відносяться композиційні цементи системи $CaO - Al_2O_3 - SO_3 - H_2O$ [10]. Це дає можливість в процесі гідратації формувати розчин з високим вмістом еттрингіту ($3CaO\cdot Al_2O_3\cdot 3CaSO_4 32H_2O$), мінералу, в якому кількість хімічно-зв'язаної води досягає 46%.

Проведенні дослідження показують, що збільшення вмісту сульфату кальцію позитивно впливає на кількість утворення еттрингіту і оптимальна величина знаходиться в межах 30–40% від маси композиції. Слід зазначити, точне співвідношення компонентів можна визначити по їх мінералогічних складах і умовах процесу гідратації. Так при співвідношенні ГЦ-40/Г% 70/30% (рис. 3) залишається досить значно кількість гідроалюмінатів кальцію, які при наявності вільних сульфат іонів можуть сформувати еттрингіт. І тоді величину хімічно-зв'язаної вологи можна збільшити на 5–10%.

Проведений рентгенофазовий і дифференційно-термічний аналізи ГЦ-40 (Туреччина) показав наявність переважно основних мінералів CA та C_2A (*рис. 2*).

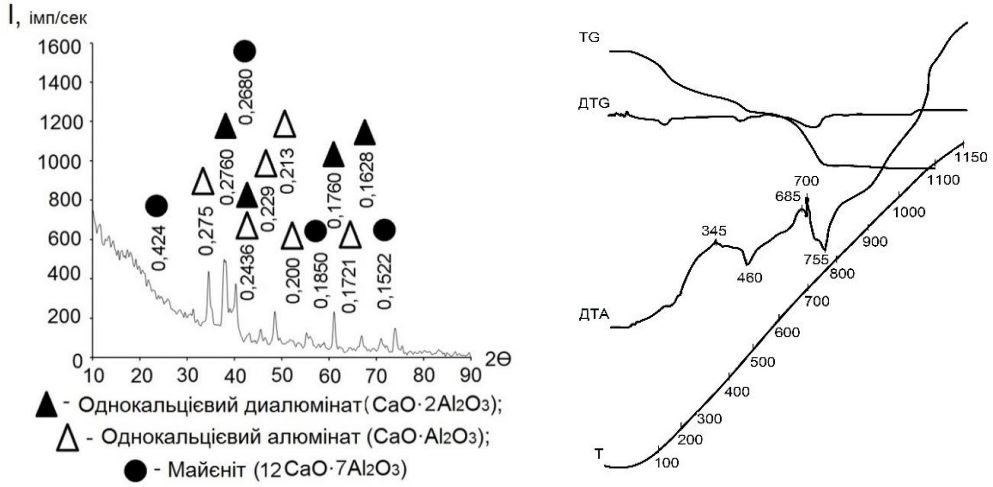
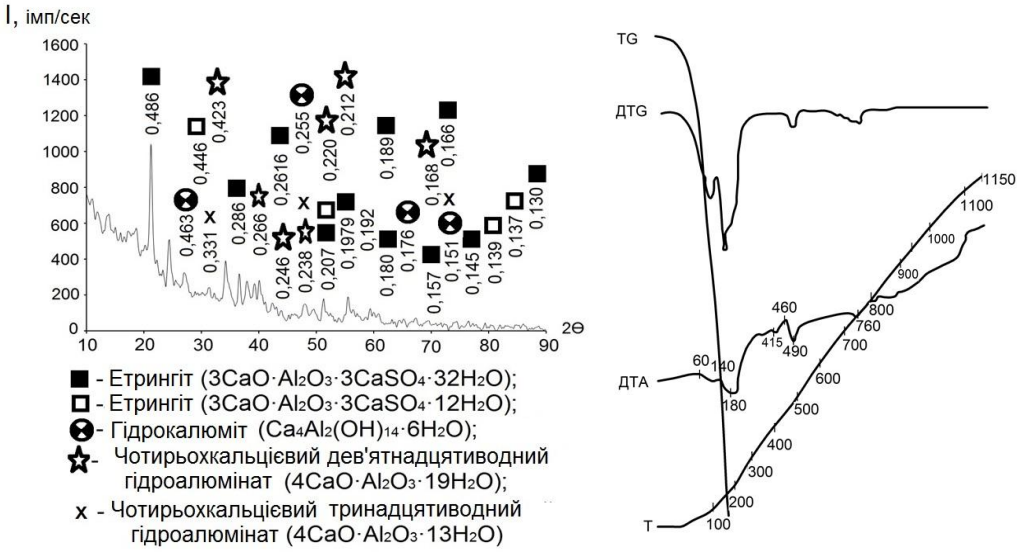
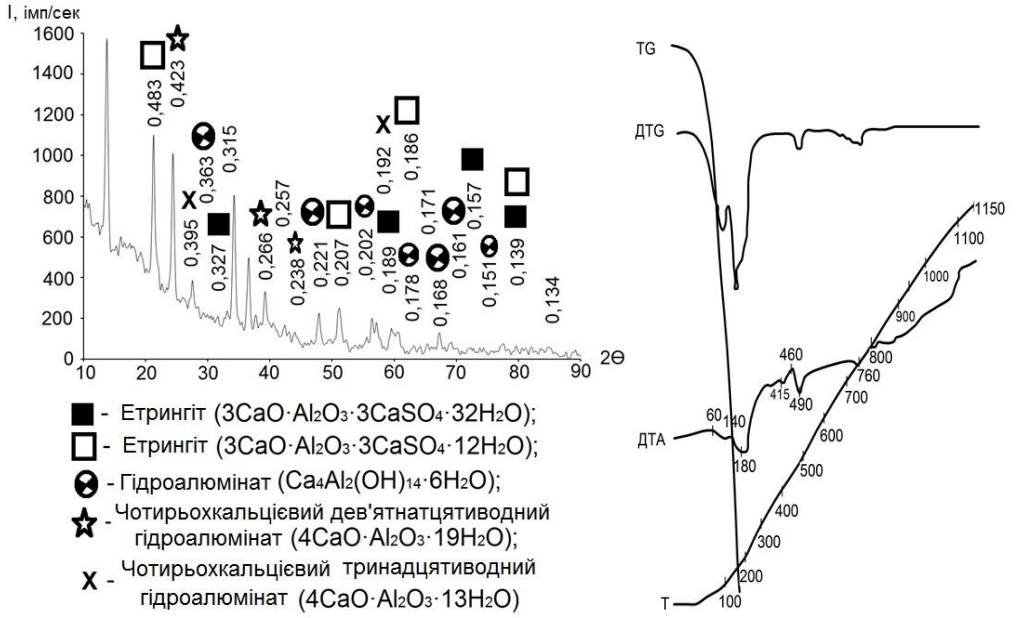


Рис. 2. Рентгенограма і криві ДТА глиноземистого (Туреччина) цементу ГЦ-40



(а) – 30%



б) – 70%

Рис. 3. Рентгенограма і криві ДТА гідратованого глиноземистого (композиційного) цементу з додаванням гіпсу: (а) – 30%: б) – 70%

До радіаційно-захисних розчинів в залежності від умов використання пред'являються також вимоги по іншим фізико-механічним характеристикам: міцність, водопоглинання, термостійкість та інші.

Результати досліджень міцнісних характеристик (*табл. 1*) та водопоглинання (*табл. 2*) та дають можливість визначити сферу використання розробленого композиційного матеріалу.

Таблиця 1

Результати випробувань композиційних в'яжучих ГЦ + Гіпс

№ п/п	Склад	Розмір зразка, мм			m, г	ρ,г/см^3	Rст1, кгс/см^2	Rст2, кгс/см^2	Rст заг, кгс/см^2	Rст заг, кгс/см2	Rзгин, кгс/см^2	Rзгин, кгс/см^2
1	Глиноземистий + 0% добавки	16,0	3,9	3,9	499	2,05	325,52	325,52	325,52	364,06	74,28	79,24
		16,1	3,9	3,9	499	2,04	385,18	400,00	392,59		97,10	
		16,1	4,0	4,0	527	2,05	374,81	373,33	374,07		66,34	
2	Глиноземистий цемент, марочні	16,1	4,0	3,9	547	2,18	160,00	179,67	169,83	151,93	75,94	76,58
		16,1	3,9	3,9	557	2,27	140,65	148,39	144,52		77,88	
		16,1	4,0	3,9	551	2,19	153,55	127,74	140,65		75,94	
3	70 % Глиноземистий цемент+30% Гіпс	16,1	4,0	4,0	487	1,89	160,00	135,48	147,74	143,66	60,56	87,42
		16,1	4	3,9	487	1,94	161,31	147,10	154,20		100,74	
		16,3	4	3,8	495	2,00	135,48	148,39	141,94		100,96	
4	50 % Глиноземистий цемент+50% Гіпс	16	3,9	4,1	471	1,84	87,74	108,39	98,07	107,96	72,85	73,62
		16	3,9	4	463	1,85	120,00	113,55	116,78		67,62	
		16,1	3,9	4	466	1,86	116,14	101,94	109,04		80,38	
5	30 % Глиноземистий цемент+70% Гіпс	16	3,9	4	453	1,81	83,87	103,23	93,55	103,66	64,69	67,58
		16	4	3,9	433	1,73	96,78	104,52	100,65		63,31	
		16,1	3,9	3,9	440	1,80	105,69	103,23	104,46		74,75	
6	30 % Глиноземистий цемент+70% Гіпс (В/Т=0,44)	15,9	3,9	3,9	431	1,78	60,33	100,65	80,49	71,96	58,74	58,93
		16	3,9	3,9	426	1,75	63,60	63,28	63,44		59,11	

В даному випадку завданням розробки композиційної в'яжучої речовини є регулювання вмісту хімічно зв'язаної вологи для підвищення радіаційно захисних функцій покриттів при достатній відповідності інших фізико-механічних характеристик. Згідно плану досліджень проведено визначення основних властивостей композицій системи CaO – Al_2O_3 – SO_3 – H_2O (*табл. 1, 2*). Із них видно значний вплив сульфатної складової на міцність і водопоглинання. Порівнюючи міцність композиції з міцністю глиноземистого цементу слід відмітити різницю мінералогічного складу і збільшенням вмісту мінералів з більш високими іонозахисними властивостями.

Розгляд і порівняння властивостей зразків по водопоглинанню (*табл. 2*) показує негативний вплив гіпсу і приводить до зменшення щільності. Але з іншого боку при використанні композиційної в'яжучої речовини таких складів в якості облицювальних покриттів для внутрішніх приміщень підвищується повітряний обмін та поглинання шкідливих газів.

Таблиця 2

Водопоглинання композиційних в'яжучих матеріалів

№ п/п	Маса зразків в насиченому водою стані, г	Маса сухих зразків, г	Водопоглинання, %	Водопоглинання, %
Глиноземистий цемент + 0 %добавок				
1	508,00	499,00	1,80	1,90
2	509,00	499,00	2,00	
3	537,00	527,00	1,90	
Глиноземистий цемент + 0 %добавок марочні				
4	562,00	547,00	2,74	2,84
5	573,00	557,00	2,87	
6	567,00	551,00	2,90	
70 % Глиноземистий цемент + 30 % Гіпс				
7	509,00	487,00	4,52	4,63
8	510,00	487,00	4,72	
9	518,00	495,00	4,65	
50 % Глиноземистий цемент + 50 % Гіпс				
10	498,000	471,000	5,73	6,00
11	492,000	463,000	6,26	
12	494,000	466,000	6,01	
30 % Глиноземистий цемент + 70 % Гіпс				
13	490,000	453,000	5,73	6,00
14	464,00	433,00	6,26	
15	475,00	440,00	6,01	

В процесі гідратації формується ряд гідроалюмінатів (*рис. 4*), які мають значну кількість хімічно зв'язаної води.

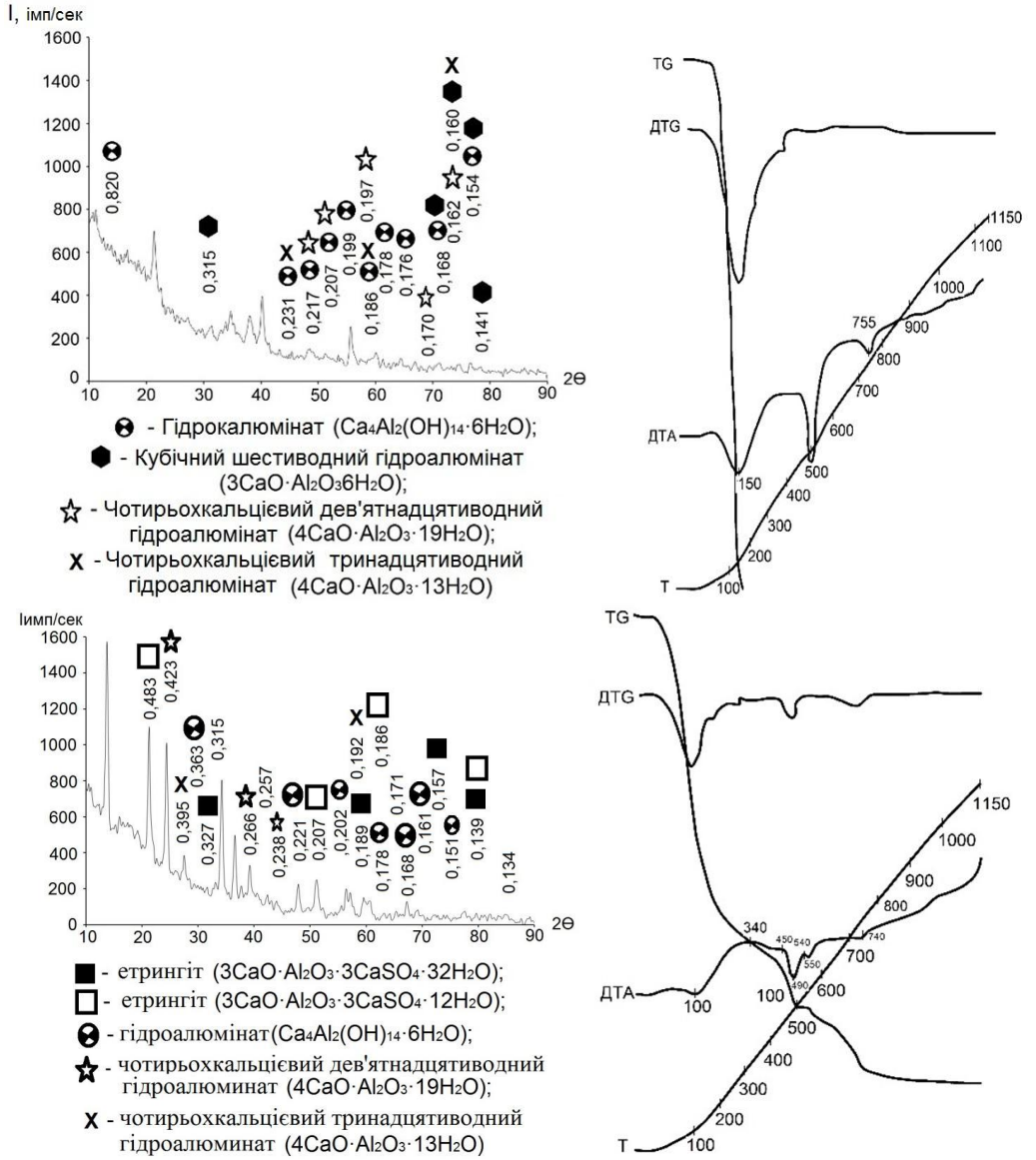


Рис. 4. Рентгенограма і криві ДТА гідратованого глиноземистого (Туреччина) цементу: а) – ГЦ-40: б) – ГЦ-50

Високоглиноземистий цемент має після гідроалюмінати подібні ГЦ-40 з збільшеним вмістом хімічно зв'язаної води (*рис. 4 б*).

Розробка складів іонозахисних розчинів і бетонів для захисту біологічних об'єктів досить складна і залежить від типу випромінювання для захисту біологічних об'єктів, або апаратури. Так при проєктуванні захисту від нейтронного випромінювання потрібно враховувати, що процес поглинання ефективний для теплових і резонансних нейтронів, тому швидкі нейтрони попередньо сповільнюють. Для цього використовують матеріали, що мають в своєму складі легкі ядра. І одним із таких матеріалів можуть бути використанні

в’яжучі речовини розробленні вище. Для підсилення радіаційно захисних властивостей авторами запропоновано розчини до складу яких ввести барієвий концентрат [12]. Такі матеріали можна віднести до будівельних матеріалів біологічного захисту трьох груп: важких – (захист від високо енергетичних нейтронного і фотонного випромінювання); другої групи – (для захисту від змішаного нейтронного і фотонного випромінювання, мають елементи з малими і великими порядковими номерами) і третя група – легкі (з високим вмістом водню).

Розробку складу рентгенозахисного покриття проведено на основі композиційної суміші глиноземистий цемент (ГЦ-40), гіпс будівельний (Г5) з реалізацією композиційної в’яжучої речовини з максимальним вмістом хімічно зв’язаної води. Крім того, для підвищення ефективності введено барієвий концентрат КБ-3 (*рис. 5*) в вигляді піску з модулем крупності 1.25.

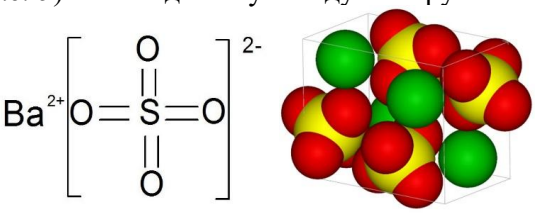


Рис. 5. Структурна формула і фізична модель сірчанокислого барію

Оптимальний склад розчину рентген захисного покриття: ГЦ-40:Г5:концентрат КБ-3 (ДСТУ (ГОСТ) 4682-84, молекулярна маса 233,4 г/моль, ρ=4,5 г/см^3) – 1:2,5:1,6, пластифікатор Sika – 0,8% від маси в’яжучої речовини. Фізико механічні властивості представленні в *табл. 3*, мінералогічний склад – на *рис. 6.*

Таблиця 3

Фізико-механічні властивості радіаційно захисного розчину

Властивості / Склад	Rст МПа	Rзг МПа	ρ_0 г/см3	Примітка
ГЦ-40:Г5(70:30):БК-3	3,88	2,26	2,45	
ГЦ-40:Г5(50:50):БК-3			2,25	2 %
ГЦ-40:Г5(70:30):БК-3:ВНТ	2,96	1,82	2,31	

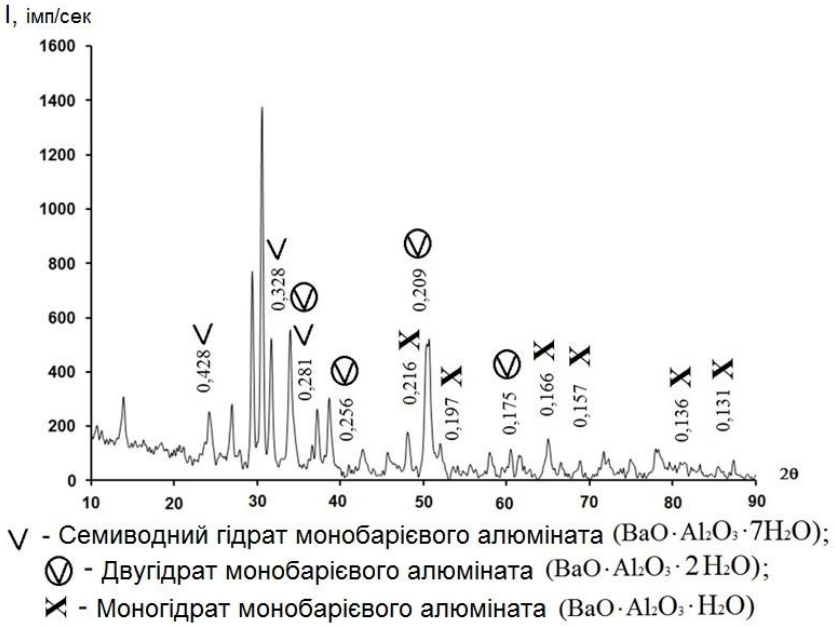


Рис. 6. Рентгенівська дифрактограма рентген захисного розчину

Розрахунок коефіцієнта зниження іонозахисного випромінювання складає 0, 32, що перевищує існуючі матеріали такого класу приблизно на 8–10%. Але при цьому коефіцієнт розширення становить 2,4%, що привело до руйнування зразків після розпалубки (*рис. 7*).

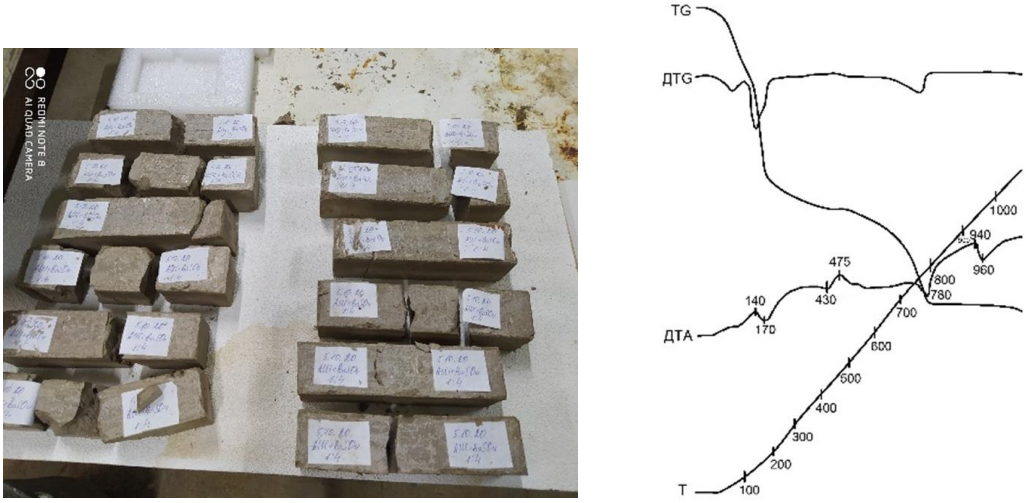


Рис. 7. Фото зразків рентген захисного складу, – а); криві ДТА – б)

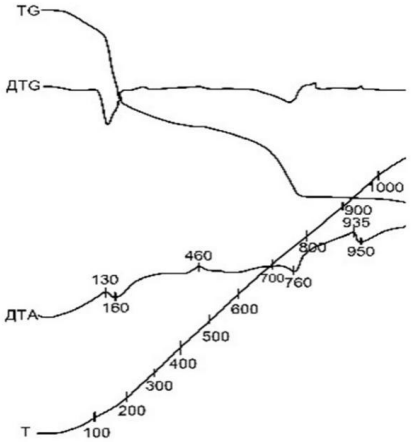
В процесі досліджень запропоновано провести модифікування розчину вуглецевими нанотрубками, що дає можливість за рахунок високої питомої поверхні (80–120 м^2/г) додатка зменшити коефіцієнт лінійного розширення і підвищити властивість поглинання частинок з високою енергією. Використання

нанорозмірних матеріалів дає можливість збільшити коефіцієнт поглинання нейтронів до 1,5 раз і коефіцієнт розсіювання гама променів на 30–40.

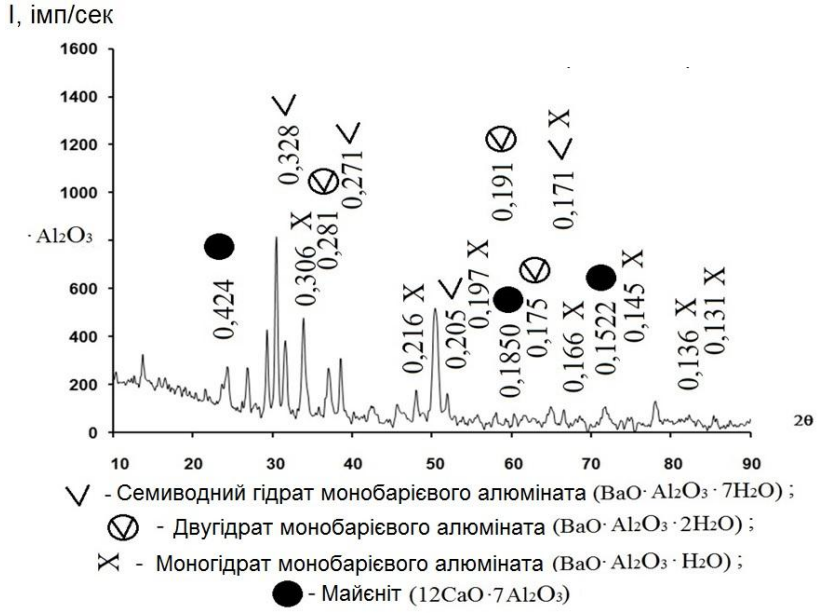
Технологія введення наночастинок розроблена авторами передбачає диспергацію нанодобавки в середовищі вода – пластифікатор і наступного введення затворювача в процесі приготування розчину або бетону. На основі попередніх досліджень визначено вміст дисперсних вуглецевих нановолокон в розмірі 0,02% від маси в'яжучого. Модифікація складів радіаційно захисних розчинів дозволила зменшити коефіцієнт лінійного розширення до 0,8% (*рис. 8 а*) при збільшенні міцності в середньому на 8–12%. Крім того, змінився незначно мінералогічний (*рис. 8 а, б, в*).



а)



б)



в) Захисний шар – 14,6 мм = 1 мм свинцю.

Рис. 8. Фотографії (рис. 9 а), криві ДТА (рис. 9 б) та деріватограма (рис. 9 в) модифікованих нанотрубками зразків радіаційно захисних покриттів.

Побудовані діаграми залежностей міцнісних і фізичних властивостей композиційної в'яжучої речовини системи $CaO – Al_2O_3 – SO_3 – H_2O$ (*табл. 4, рис. 9*) дають можливість диференційного визначення оптимальних характеристик при розробці складів для певних умов експлуатації.

Таблиця 4

Рівні варіювання співвідношення

Рівні факторів			X1										
			-1	-0,8	-0,6	-0,4	-0,2	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
			70	66	62	58	54	50	46	42	38	34	30
X2	-1	30	143,66	140,09	136,52	132,95	129,38	125,81	122,24	118,67	115,10	111,53	107,96
	-0,8	34	140,09	136,83	133,58	130,32	127,07	123,81	120,55	117,30	114,04	110,79	107,53
	-0,6	38	136,52	133,58	130,64	127,69	124,75	121,81	118,87	115,93	112,98	110,04	107,10
	-0,4	42	132,95	130,32	127,69	125,07	122,44	119,81	117,18	114,55	111,93	109,30	106,67
	-0,2	46	129,38	127,07	124,75	122,44	120,12	117,81	115,50	113,18	110,87	108,55	106,24
	0	50	125,81	123,81	121,81	119,81	117,81	115,81	113,81	111,81	109,81	107,81	105,81
	0,2	54	122,24	120,55	118,87	117,18	115,50	113,81	112,12	110,44	108,75	107,07	105,38
	0,4	58	118,67	117,30	115,93	114,55	113,18	111,81	110,44	109,07	107,69	106,32	104,95
	0,6	62	115,10	114,04	112,98	111,93	110,87	109,81	108,75	107,69	106,64	105,58	104,52
	0,8	66	111,53	110,79	110,04	109,30	108,55	107,81	107,07	106,32	105,58	104,83	104,09
	1	70	107,96	107,53	107,10	106,67	106,24	105,81	105,38	104,95	104,52	104,09	103,66

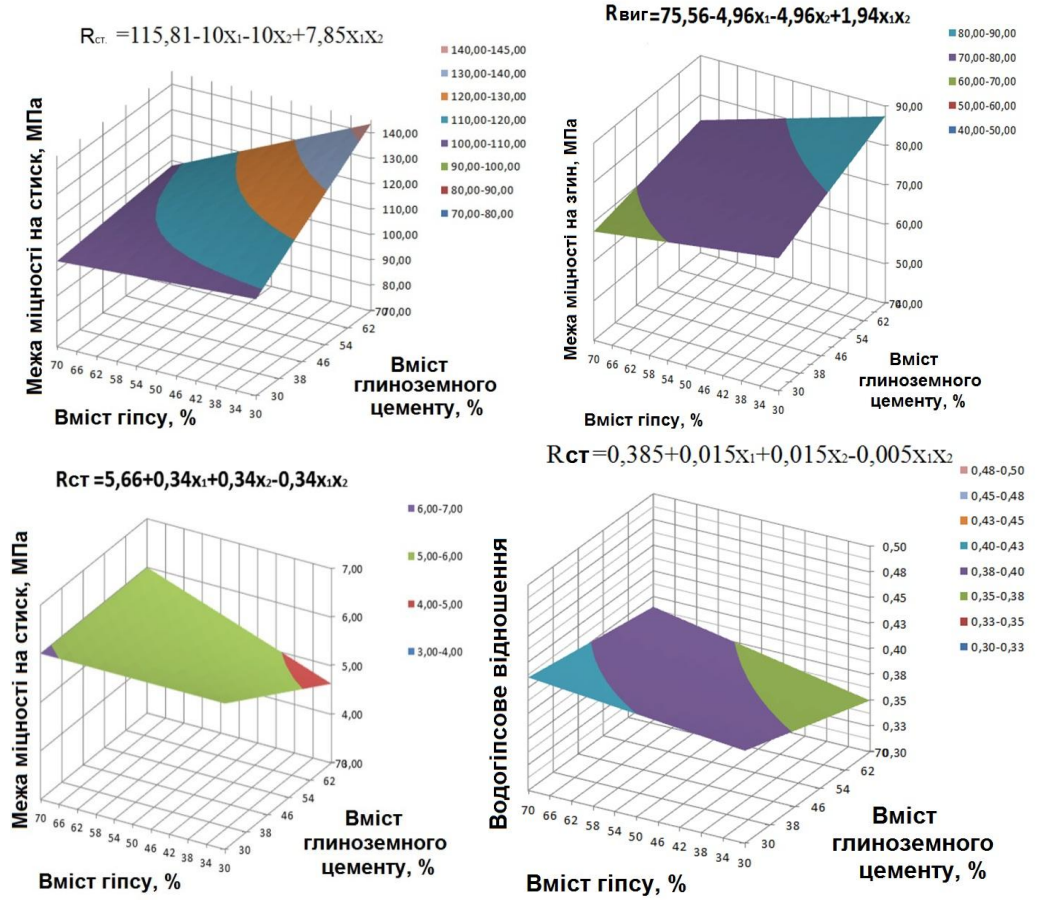


Рис. 9. Діаграми композиційних матеріалів в залежності від співвідношення гіпс/глиноземистий цемент: а) – міцності на стиск; б) – міцності на згин; в) – водопоглинання; г) – водогіпсове відношення

Дослідження захисних властивостей покриттів від іонізуючого випромінювання показали її ефективність. Теоретичні розрахунки товщини захисного шару проводиться в залежності виду і потужності ДРВ по формулам лінійного коефіцієнта послаблення іонізуючого випромінювання [11–12].

В зв'язку із складністю визначення лінійного коефіцієнта послаблення в роботі його розрахунок проведено порівнянням розчинів по вмісту хімічно зв'язаної води. При Е ≥ 1,0 МеВ для штукатурних розчинів ПЦ+$BaSO_4$ з відношенням по складу 1;3 коефіцієнт μ = 0,324 см-1, кількість води гідратованого в'яжучого портландцементу приблизно дорівнює 100 літрів. Середньоарифметичний вклад хімічно зв'язаної вологи лінійного коефіцієнта послаблення іонізуючого випромінювання μ = 0, 09 см-1.

Розроблений розчин на основі ГЦ+Г5+ $BaSO_4$ має вміст хімічно зв'язаної води на 10–15% більший за рахунок формування еттрингітової складової. Відповідно збільшується середньоарифметичний вклад хімічно зв'язаної вологи лінійного коефіцієнта послаблення іонізуючого випромінювання покриття на 0, 0088-0,009 см–1. Загальний коефіцієнт може досягти 0,354 см–1. Це дає змогу зменшити еквівалентну товщину (14,6 мм) радіаційно захисного шару на 1–1,5 мм.

Отже, в роботі розроблено оптимальний склад розчину рентген захисного покриття: ГЦ-40:Г5: концентрат барієвий КБ-3 – 1:2,5:1,6, пластифікатор Sika – 0,8% від маси в'яжучої речовини, визначено мінералогічний склад і основні властивості. Слід відмітити, склад розчину при вмісту в'яжучої речовини в співвідношенні ГЦ-40 / Г5 – 50/50% має коефіцієнт розширення 2%, що практично приводить до руйнування зразків в звичайних умовах.

Модифікування розчину вуглецевими нанотрубками (ВНТ) дає можливість за рахунок високої питомої поверхні (80–120 $м^2/г$) добавки зменшити коефіцієнт лінійного розширення і підвищити коефіцієнт розсіювання гама променів на 30–40%. Розчин на основі ГЦ+Г5+ $BaSO_4$ + ВНТ має вміст хімічно зв'язаної води на 10–15% більший від складів на основі портландцементу за рахунок формування еттрингітової складової.

При цьому середньоарифметичний вклад хімічно зв'язаної вологи лінійного коефіцієнта послаблення іонізуючого випромінювання збільшується на 0,0088-0,009 см-1. І тоді загальний коефіцієнт може досягти 0,354 $см^{-1}$, і більше, що дає змогу зменшити еквівалентну (14,6 $см^{-1}$) товщину радіаційно захисного шару на 1–1,5 мм.

ЛІТЕРАТУРА

1. Sanytsky M. A., Fischer H.-B., Soltysik R. A. and Korolko S. W. Internationale Baustofftagung 'Ibausil', Tagungsband 1. 2003, p. 0211.

2. Кривенко П. В. Будівельне Матеріалознавство: підручник / К. К. Пушкарьова, В. Б. Барановський, М. О. Кочевих, Є. Г. Хасан, та ін; за ред. П. В. Кривенко. Київ: Ліра-К: 2015. 624 с.

3. Potapova E., Manushina A. Influence of the modifying additives on properties of the gipsum cement-puzzolanic binder. *Ibausil* 19. Internationale Baustofftagung

16-18. September, 2015, Weimar Bundesrepublik Deutschland. Weimar: F.A. Finger-Institut fur Baustoffknude, Bauhaus-Universitat Weimar, 2015. Band 2. P. 675–683.

4. Пушкарьова К. К., Кочевих М. О. Матеріалознавство для архітекторів та дизайнерів : Навч. посіб. Київ : Видавництво Ліра-К, 2019. 424 с.

5. Derevianko V., Kondratieva N. , Sanitskiy N. and Hryshko H. Impact of granulometric composition on mineral binder hydration process. *Journal of Engineering Science*, XXV, No. 3: 74 (2018); http://doi.org/10.5281/zenodo.2557324.

6. Derevianko V. N. Modelling the Mechanism of Mineral-Binders' Hydration Processes in a Macro–Micro–Nanosystem / V. N. Derevianko, N. V. Kondratieva, H. M. Hryshko, M. A. Sanitskiy. *Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології.* Київ: «НННН»: Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України. Т. 18. Вип. 1. 2020. С. 107–124. DOI: https://doi.org/10.15407/nnn.18.01.107. 2020.

7. Derevianko, V., Kondratieva, N., Hryshko, H. (2018). Study of impact factors and the mechanism of gypsum binder hydration process in the presence of nanomodifiers. *French-Ukrainian Journal of Chemistry*, 6(1), 92–100. https://doi.org/10.17721/fujcv6i1p92-100

8. Kondofesky-Mintova L. and Plank J. Fundamental Interactions between Multi-Walled Carbon Nanotubes (MWCNT), Ca2+ and Polycarboxilate Superplasticizers in Cementitious System. S*uperplasticizers and Other Chemical Admixtures in Concrete:* Proceedings Tenth Internetional Conference Prague, Czech Republic, (October: 2012) (Czech Republic: 2012), P. 423–434.

9. Pera J., Ambroise J. New applications of calcium sulfoaluminate cement. *Cement and Concrete Research*, 2004. Vol. 34. Issue 4. P. 671–676.

10. Brown A. DR. Application of calcium sulfoaluminate cements in the 21st century. *Calcium sulfoaluminate Cements*, 2000. P. 1773–1783

11. Cheng C. Functional graphene nanomaterials based architectures: biointeractions, fabrications, and emerging biological applications / Chong Cheng, Shuang Li, Arne Thomas, Nicholas A. Kotov, Rainer Haag. *Chemical Reviews*. 2017. Vol. 117 (3). Iss. 3. P. 1826–1914.

12. Фізика і хімія поверхності / за ред. М. Т. Картеля та В. В. Лобанова. Київ: Інститут хімії поверхні імені О. О. Чуйко НАН України. Інтерсервіс: 2015. Кн. І. 1085 с.

ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ У МАШИНОБУДУВАННІ

Деркач О. Д., Макаренко Д. О.

Підвищення довговічності механізмів і машин забезпечується конструкторськими, технологічними та експлуатаційними методами.

Конструкторський метод підвищення довговічності полягає у застосуванні довговічних матеріалів та раціональних їх поєднань у спряженнях; забезпеченні належних умов змащування поверхонь рухомих спряжень; поліпшенні конструкції і матеріалів ущільнювачів складальних одиниць та ін. Цей метод застосовується переважно на стадії проектування конструкції.

До технологічних методів підвищення довговічності спряжень відносяться: виготовлення деталей заданої точності як за розмірами, так і за фізико-механічними властивостям; зміцнення поверхневих шарів шляхом їх обробки гартуванням, наклепом, нанесенням спеціальних покриттів.

До експлуатаційних методів підвищення довговічності відноситься обкатка нових або відремонтованих механізмів; виконання вимог планово-запобіжної системи технічного обслуговування та зберігання; забезпечення відповідних до інструкції умов експлуатації. Недоліком експлуатаційних методів є високі затрати ресурсів: енергетичних, матеріальних, трудових.

Ефективного підвищення довговічності рухомих з'єднань механізму копіювання можливо досягнути симбіозом декількох або й усіх методів одночасно. Високі вимоги до економічності, ергономічності та енергоємності нових машин, спонукали до пошуку нових матеріалів, які б поєднували одночасно властивості, що не притаманні сталям: високу міцність і низьку питому вагу, низький коефіцієнт тертя і здатність працювати без змащувальних матеріалів в т.д. Застосування такого симбіозу стало можливим із впровадженням полімерних композиційних матеріалів (ПКМ) [1; 2].

Це зумовило зменшення споживання конструкційних сталей і використання нових, більш прогресивних матеріалів, які б забезпечували виконання машинами покладених на них функцій з мінімальними витратами на створення, експлуатацію та обслуговування. Застосування ПКМ забезпечує вирішення проблеми довговічності, технологічних і екологічних задач, зниження трудомісткості виготовлення деталей. До того ж при виробництві деталей з ПКМ впровадження рециклінгу є ефективним. Однак, для створення ефективних конструкцій машин, необхідно проводити детальне обґрунтування типу полімерної матриці та ступеня наповнення ПКМ ефективними складовими.

Застосування полімерних матеріалів (ПМ) і створених на їхній основі ПКМ, яким притаманні цілі комплекси цінних властивостей, що є часто недосяжними при застосуванні традиційних матеріалів (малою питомою вагою, міцністю, хімічною стійкістю, високими трибологічними властивостями і т.д.), значно розширило властивості новостворюваних машин.

Розробкою, дослідженням властивостей і впровадженням нових конструкційних пластиків у с.-г. машинобудуванні займалися багато вчених, зокрема Абрамов Л. М., Крейдлін Л. М., Климчук Ю. Ф., Буря О. І.,

Цурпал І. А., Murgas M. [3–7]; займаються сьогодні Кабат О. С., Чигвінцева О. П., Рула І. В. та ін. Наведені результати зміни деяких властивостей пластиків у процесі їх старіння [8], методи термообробки [9] для оптимізації фізико-механічних та хімічних властивостей виробів. Отримані результати у дослідженнях та впровадженні ПКМ у с.-г. машинобудуванні визначили доцільність впровадження вуглепластиків (ВП), бо вони одночасно поєднують широкий спектр властивостей [10–12], недосяжних для інших ПКМ. Серед таких ВП, що при застосуванні їх в с.-г. машинах забезпечують підвищення ресурсу, надійності, зниження енергоємності використання машин є ВП на основі поліаміду-6 (6,6; 12 та ін.) та фенілону [13–15].

Таким чином, є всі підстави стверджувати, що характеристики ПКМ тільки підвищуватимуться, а попит на них – зростатиме. Наприклад, згідно прогнозів відомо, що попит на вуглецеві волокна (які є ефективним наповнювачем конструкційних пластиків) у 2022 році становитиме до 117 000 тонн [16] і надалі він тільки зростатиме. За високого світового попиту на ПКМ виникає гостра необхідність утилізації або переробки відпрацьованих з них виробів. Тут же наголошено, що рециклінг вуглецевих волокон є економічно доцільним [16].

Прогресивний бізнес також спонукає суспільства світу до зменшення використання викопних палив, що є сировиною для ПКМ та поліпшення екологічної ситуації в світі. Компанія *Space X* зробила ефективним космічний бізнес, у тому числі завдяки використанню і створенню нових ПКМ [17].

Відпрацьовані полімерні матеріали є небезпечним джерелом техногенного забруднення. У розвинутих країнах вже створені і вдосконалюються, а в країнах, що розвиваються, лише створюються нові технології із сортування, переробки та утилізації пластмас. Досить широко розвинені технології переробки і утилізації побутових пластиків – пляшок, пакувального матеріалу, виготовлених з поліетилентерефталату або поліетилену. Розроблені технології рециклінгу вуглепластиків [18].

Сьогодні оптимальними методами переробки сировини ПКМ у вироби слід вважати: пряме компресійне пресування, лиття під тиском, методи екструзії та пултрузії. Перспективним для проектування та виготовлення є 3D-друк ПКМ.

ПКМ застосовуються у широкому спектрі виконуючих механізмів різноманітного призначення: від побутових і сільськогосподарських до гірничо-збагачувальних та залізничних, які працюють:

- в умовах безпосереднього контакту із біологічними об’єктами, побічними продуктами технологічного процесу збирання культури: рослинні залишки, земля, інші домішки (вічка шнека жатки, направляючі, підшипники вала соломотрясу, втулки тощо);
- в умовах обмеженого змащення або за його відсутності (підшипники ковзання, відкриті передачі, ланцюги);
- за знакозмінних ударних навантаженнях (зірочки, елементи храповиків та ланцюгових передач);
- оболонки для газів та рідин (ємності, наприклад, паливні баки, бочки для засобів захисту рослин та ін.).

Сьогодні доцільно використовувати класифікацію ПКМ, що застосовуються в сільськогосподарському машинобудуванні з виділенням наступних груп ознак (*рис. 1*): декоративні (виконують функції ненавантажених, дизайнерських елементів); функціональні (паливні та масляні баки, насіннєпроводи, гофри, елементи важелів та інші деталі, що сприймають помірне навантаження і вплив хімічних речовин) і конструкційні (деталі, що сприймають значні навантаження і працюють у важких експлуатаційних умовах).

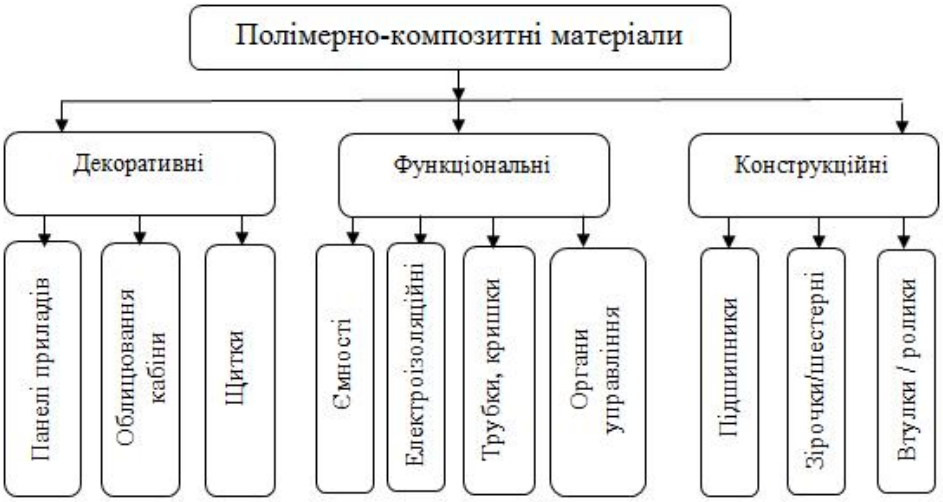


Рис. 1. Спрощена класифікація полімерно-композитних матеріалів, із зазначенням конкретного їх застосовування у сільськогосподарському машинобудуванні.

До декоративних ПКМ висуваються вимоги до естетичного вигляду і стійкості до сонячної радіації. До ПКМ функціонального призначення – стійкість до агресивних середовищ, стабільність геометричних розмірів та високі механічні властивості. Найвищі фізико-механічні та трибологічні властивості мають ПКМ конструкційного призначення. Вони ж є найдорожчими і потребують спеціального технологічного обладнання для їх отримання і дослідження властивостей.

Сьогодні у конструкціях сільськогосподарських машин ПКМ застосовуються дуже широко. Розглянемо найбільш важливі моменти, де ПКМ застосовуються в якості конструкційних матеріалів і виконують важливі функції у забезпеченні надійності машин.

Зернозбиральні комбайни. Тривалий час проблемним місцем рухомих з'єднань жатки тривалий час залишалися вічка шнека, які працюють в умовах тертя ковзання без мащення в абразивному середовищі (частинки піску, ґрунту, рослинна маса) за температури навколишнього повітря від -20 до + 50 °С і відносній вологості повітря 15…100 %; у рухомому з'єднанні з пальцем, виготовленим з холоднотягнутої сталі 35 ГОСТ 1050, HRC 25-40, шорсткість поверхні R_a= 0,63 … 2,5. Лінійна швидкість ковзання і питомий тиск відповідно

дорівнюють 0,5 м/с і 0,29…0,5 МПа. Термін роботи вічка повинен складати 2000 мото-годин (до 10 років) [19], тоді як фактична довговічність деталей, виготовлених з чистого поліаміду 6 складає 1–2 роки [20].

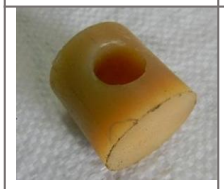


Рис. 2. Пальчиковий механізм шнека жатки у розібраному вигляді з експериментальними вічками з вуглепластика

Проблема вирішена застосуванням деталей, виготовлених з ВП марок УПА-6-30, УПА-6-40 (*рис. 2*). Досліджено також можливість застосування інших ПКМ [21]. Показано динаміку зміни навантаження на вічко в процесі роботи комбайна. Визначено, що тиск на робочу поверхню вічка в екстремумі складає 0,45 МПа і, таким чином, обґрунтовано оптимальний матеріал, що здатен забезпечувати нормальну роботу пальцьового механізму за наведених умов роботи.

Таблиця 1

Основні типи вічок шнека жатки, їх склад та виробники

Рухомо встановлені вічка	Матеріал	Марка комбайна	Нерухомо встановлені вічка	Матеріал	Марка комбайна
	ВП (УПА-6-30), ПКМ на основі ПА-6	КЗС-9М-1 «Славутич», «Нива-Эффект», Дон-1500Б, Скіф	 	ПКМ, ВП УПА-6-40 Поліаміди	CLAAS
	Поліамід 6, вторинна сировина			ПКМ	Case
	Вторинна сировина	Акрос-530		ПКМ	John Deere

У цілому, можна виділити два типи кріплення (встановлення вічок в шнеку жатки: встановлені рухомо і нерухомо (*табл. 1*). У конструкціях пальцевих механізмів комбайнів, «CLAAS», «John Deere», «Case IH» та інших, вічка шнека жатки встановлені нерухомо, а в комбайнах КЗС-9-1 «Славутич», Акрос, Нива-Ефект, Дон-1500Б, Sampo – рухомо.

У випадку застосування нерухомо встановлених вічок, енергія удару пальця поглинається самим вічком. Тому, як правило, такі вічка виготовляються з ПКМ на основі еластомерів. Таке конструктивне рішення має переваги при ремонті пальцьового механізму або заміні вічок, бо їх кріплення простіше і менш матеріалоємне. Але і знос вічок у даному випадку значно більший. Досвід експлуатації зарубіжних комбайнів в Україні показав, що вічка потребують заміни щосезону [22].

В комбайнах КЗС-9-1 «Славутич» та сімейства «Дон-1500» у серійному виробництві знайшли застосування підшипникові опори, встановлені на кулькових підшипниках разового змащення [23; 24] (*рис. 3*). У свою чергу кулькові підшипники встановлені в гумових кільцях-амортизаторах, що через спеціальні шайби стягнуті болтами. Таке пружне в подовжньому напрямку кріплення підшипників з клавішею на колінчатих валах зроблене для того, щоб неточності виготовлення гнутих валів не створювали додаткових навантажень на корпус клавіші і колінчастих валів. Як було вказано вище, термін служби такої опори складає від 3–5 років і більше, а тому її конструкція виконана нерозбірною. До переваг конструкції можна віднести відсутність обслуговування. Але у випадку заміни хоча б однієї підшипникової опори, у разі виходу її з ладу, комбайн виводиться з виробничого процесу на тривалий термін через значну трудомісткість заміни.

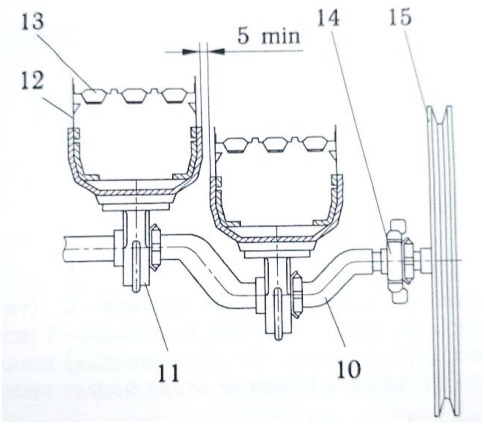
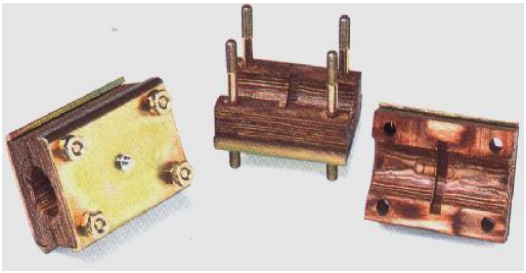


Рис. 3. Фрагмент схеми клавішного соломотряса комбайна, з технічної документації КЗС-9-1 «Славутич»: 10 – вал;
11 – підшипник; 12 – стінка клавіші;
13 – робоча поверхня решета;
14 – корпус молотарки;
15 – приводний шків.

У комбайнах зарубіжного виробництва, зокрема у італійської фірми «Laverda» [25] (*рис. 4*), німецької «CLAAS», у даному вузлі застосовано аналогічні між собою конструкції, які включають розбірні дерев'яні підшипники ковзання, виготовлені з двох напівпідшипників. Заміна та ремонт такої опори займає значно менше часу. Досвід експлуатації цих комбайнів в Україні показав, що такі підшипники потребують заміни щосезону. Однак, трудомісткість цієї операції зазвичай невелика.



а



б

Рис. 4. Клавішний соломотряс комбайна «Laverda LX 2350»: *а* – вигляд ззаду; *б* – дерев'яна підшипникова опора.

Компанія John Deere для підвищення довговічності таких підшипникових опор, удосконалила їх застосуванням антифрикційного полімерного елемента (*рис. 5*).



Рис. 5. Підшипникові опори клавішних соломотрясів комбайнів John Deere.

Такий елемент виконує дві функції: фіксуючу (контролює зміщення підшипника по осі вала) та трибологічну, зменшуючи навантаження на дерев'яні зони робочої поверхні підшипника.

Усі розглянуті конструкції опор клавішного соломотряса працюють в умовах тертя кочення з одноразовим змащенням або ковзання без змащення в абразивному середовищі (пісок, частки ґрунту, соломисті залишки, що утворюються в результаті обмолоту) за температурі навколишнього середовища від мінус 20 до плюс 40 ^{0}С і відносній вологості повітря 15...100%; по валу зі сталі 35 ГОСТ 1050–74, НВ±170, шорсткість поверхні R_a 2,5…6,3. Швидкість ковзання і максимальний питомий тиск дорівнюють, відповідно 0,034 м/с і 0,31 МПа [26]. Підшипники працюють в умовах знакозмінних навантажень. Фактичний термін служби складає: шарикопідшипникових – 3–5, дерев'яних – 1–2 роки. Стає очевидним, що працездатність клавішного соломотряса в цілому, у великій мірі залежить від надійності, довговічності та ремонтопридатності підшипникової опори. Конструкція опори, яка передбачає застосування шарикопідшипника, не задовольняє вимогам її ремонтопридатності. Дерев'яні ж підшипники при всіх позитивних якостях технічного обслуговування і ремонту далеко не забезпечують необхідного ресурсу. Гібридна конструкція із застосування сучасних нових матеріалів, забезпечує одночасно високі триботехнічні та міцнісні характеристики, що дає змогу підвищити термін експлуатації та ремонтопридатність такого вузла.



Рис. 6. Натяжні зірочки ланцюгових передач жаток Heringoff.

Передавальні механізми. У таких механізмах (наприклад, ланцюгових) застосовуються натяжні зірочки, виготовлені з полімерних матеріалів (*рис. 6*). Такі деталі мають необхідну міцність та володіють пружними властивостями, необхідними для тривалої експлуатації в ланцюгових механізмах. Деталі стійкі до абразивного зношування і дії вологи, сонячної радіації, а тому ефективно використовуються у відкритих передачах, наприклад, жаток. Як правило, виготовляються з ПКМ на основі поліоксиметилену.

Трактори та самохідні машини. У конструкціях тракторів, як правило, застосовуються два типи деталей, каркасів та інших компонентів, виготовлених з ПКМ: для зовнішнього використання і внутрішнього. До деталей, виготовлених з ПКМ, що застосовуються у зовнішніх елементах конструкції, слід віднести паливний бак (*рис. 7*), захисні щитки коліс, корпуси фільтрів, елементи зовнішнього облицювання кабіни тощо. Використання ПКМ для виготовлення паливного баку, наприклад, дозволяє отримати ємність неправильної форми і яка органічно заповнює «пустоти» у просторі під кабіною і між переднім і заднім колесами трактора (див. *рис. 7*). Таким чином, забезпечується найвища ефективність використання вільного простору у поєднанні з оригінальним дизайнерським рішенням. Це дозволило збільшити ємність баку до 695 л. Матеріал бака також має забезпечувати антистатичні властивості, міцнісні (від зовнішні пошкоджень та незначних аварій) та відповідати конструкторським рішенням John Deere. До деталей внутрішнього використання відносяться органи управління, загальне облицювання кабіни, інші елементи з пониженими навантаженнями.



Рис. 7. Деякі приклади застосування ПКМ в конструкції трактора John Deere 8310R:
1 – паливний бак та захисні щитки коліс;
2 – корпуси повітряних фільтрів;
3 – внутрішнє облицювання.

Самохідні машини на прикладі оприскувачів. У самохідних машинах, наприклад, оприскувачів до вищенаведених елементів можна додати ємності для розчинів засобів захисту рослин (*рис. 8*). Також засоби навігації – антени – також виконані з полімерних удароміцних матеріалів, стійких до сонячної радіації. Паливний бак і бак для маточного розчину засобів захисту рослин виконані з одного матеріалу – надвисокомолекулярного поліетилену з антистатичними наповнювачами.



Рис. 8. Деякі приклади застосування ПКМ у конструкції самохідних оприскувачів John Deere: 1 – паливний бак; 2 – бак для маточного розчину; 3, 4 – ненавантажені елементи неконструкційного призначення (елементи управління).

Крім того, внутрішнє оздоблення кабіни (*рис. 9*) виконано з пластиків декоративного (панелі приладів, облицювання стійок, засобів управління тощо) та функціонального призначення (ручки важелів, корпуси моніторів, кнопки та ін.). До таких пластиків виносяться вимоги температуростійкості, утримання форми, стійкості до ультрафіолету, тривалого естетичного вигляду.



Рис. 9. Загальний вигляд внутрішнього оздоблення кабіни самохідного оприскувача

Сівалки і посівні комплекси. Сучасні посівні комплекси характеризуються тим, що виконують одночасно декілька операцій: підготовка посівного ложе, дозований та/або диференційований висів насіння і добрив, загортання, прикочування, вирівнювання поверхні. Для виконання вказаних операцій конструкції посівних машин включають паралелограмні механізми копіювання поверхні ґрунту (*рис. 10*), прикотні колеса з регулюємим тиском на ґрунт та систему безпеки сошників. Така системи є ефективною у разі суворого дотримання її обслуговування: систематичного змащування шарнірів, контролю бічних люфтів та рівномірності руху паралелограма у вертикальній площині. Так, згідно рекомендацій, викладених в інструкції з експлуатації посівних комплексів «Агро-Союз Turbosem II 19-60 і 19-48», обслуговування шарнірів 2 (рис.10) необхідно проводити кожні 48 годин роботи сівалки, а це – 240 точок (!); втулки важелів копіювальних коліс – щоденно (48 або 60 точок обслуговування) та інші об'єкти обслуговування, які необхідно змащувати кожні 24–72 години.

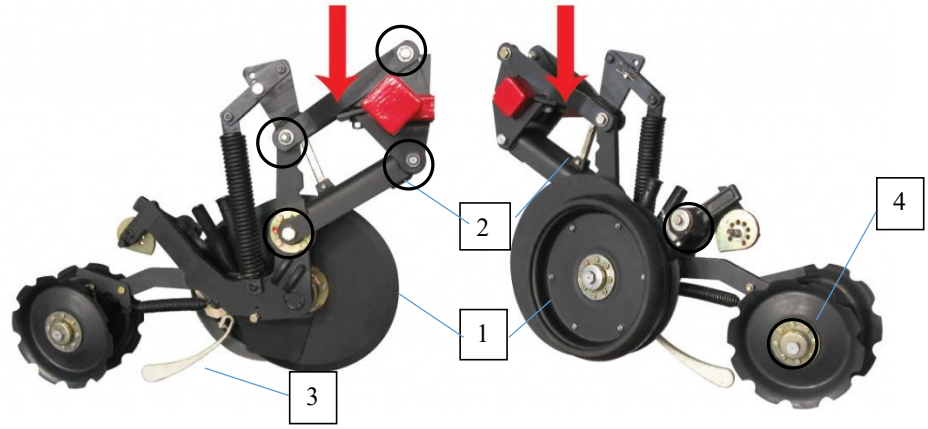


Рис. 10. Загальний вигляд монодискового сошника посівних комплексів Turbosem

Примітка: Рис. запозичено с сайту компанії «Союз-Спецтехніка» та оброблено авторами.

Як видно з *рис. 10*, паралелограмний механізм 2, реагуючи на зміну висоти рельєфу, дозволяє підтримувати перпендикулярність сошника 1 по відношенню до ґрунту. Таким чином, робочі органи входять в ґрунт завжди під одним кутом, не змінюючи положення укладання насіння і добрива. Для роботи посівного комплексу на ґрунтах різних груп передбачено три положення натягу пружини 3 для зміни зусилля входу сошника в ґрунт. Так забезпечується рівномірність укладання насіння та добрив по глибині. Якщо необхідно вносити добрива поряд з посівним рядком передбачена можливість пересунути передній ряд сошників за допомогою гідравлічного пристрою, що постачається разом з посівним комплексом. Ця процедура займає до 20 хвилин оперативного часу.

Недоліком паралелограмного механізму є нестабільна працездатність і надійність шарнірних з'єднань (виділено колами) протягом тривалого часу. При різному напрацюванні – від 2500 до 5000 га, корозія, рослинні рештки та пил,

потрапляючи в шарніри, порушують коректність роботи паралелограмного механізму. Він починає реагувати на зміну рельєфу із запізненням, а часто і взагалі відбувається його заклинювання і втрата працездатності. Для підвищення довговічності цих вузлів, конструктори ввели в регламент технічного обслуговування паралелограмного механізму змащення шарнірів пластичними мастилами з періодичністю 48 годин роботи. Це призвело до зниження темпу робіт (не плутати з продуктивністю), так як кожні 48 годин наробітку, агрегат повинен зупинятися на технічне обслуговування. І коли ця операція співпадає з іншими регламентами (є шарніри, підшипники, які повинні змащуватися через кожні 24 та 72 години наробітку), то агрегат простоює в технічному обслуговуванні до 4,5 годин, а іноді і більше. При цьому, змащування відповідних вузлів повинно відбуватися за умови опущених на ґрунт робочих органах, а це значно ускладнює механізатору проведення робіт. Доступ до заднього ряду сошників не має серйозних перепон, тоді як, обслуговування переднього ряду сошників викликає значні труднощі доступу до маслянок (*рис. 11*). Тому, в даному випадку, людський фактор грає неоднозначну і часто негативну роль: змащування або проводиться неякісно, або взагалі імітується виконавцями.

Хронометраж технічного обслуговування, що проводиться кожні 48 годин наробітку (включає найбільшу кількість об'єктів обслуговування) показав, що його тривалість коливається в межах 4…4,5 годин, а це – до 24…30 га недосіяної в оптимальні агротерміни площі кожні дві доби.



Рис. 11. Розміщення посівних секцій на рамі посівного комплексу «Агро-Союз Turbosem II 19-60» (стрілкою вказано простір для проведення технічного обслуговування рухомих з'єднань переднього ряду сошників).

Тому на даний момент розроблене альтернативне технічне рішення, згідно якого в шарнірах паралелограмного механізму змінена конструкція і

застосовуються втулки, виготовлені з антифрикційних самозмащувальних полімерно-композитних матеріалів, в Дніпровському державному аграрно-економічному університеті. Застосування розроблених ПКМ дало можливість зробити паралелограмний механізм таким, що не потребує обслуговування (лише контроль на початку та в кінці сезону), а також має підвищений ресурс роботи механізму до 20 000 га з відповідно високою надійністю. Для того, щоб розробити адаптований до конкретних умов експлуатації композит, науковцями ДДАЕУ була розрахована силова картина (*рис. 12*).

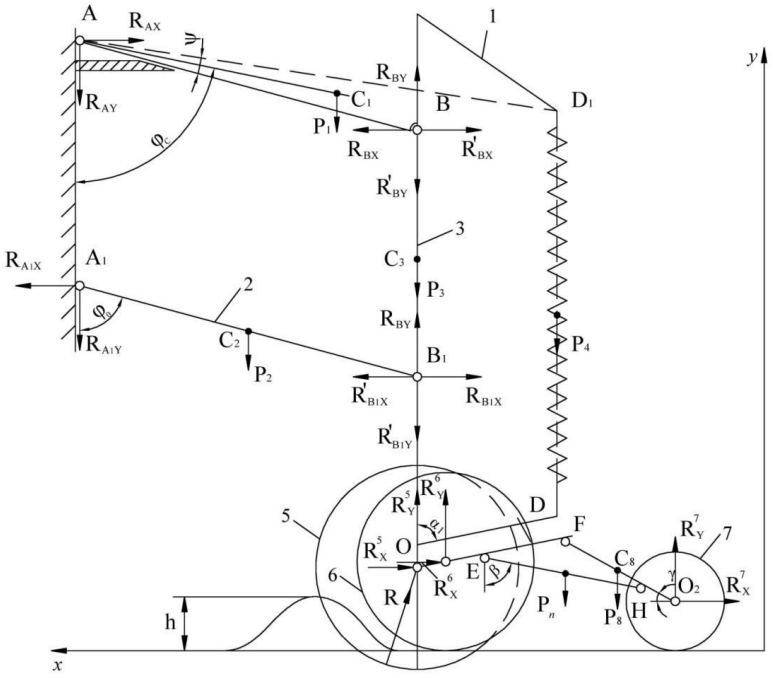


Рис. 12. Силова картина взаємодії між елементами паралелограмного копіювального механізму: 1 – верхня тяга, 2 – нижня тяга, 3 – стійка, 4 – пружина, 5 – диск, 6 – опорне колесо, 7 – прикочуюче колесо, 8 – важіль прикотного колеса.

Примітка: Схема складена за сприяння к.т.н., проф. Науменка М.М.

Отримані значення зусиль та швидкостей ковзання в шарнірах [26]. Під ці умови експлуатації були розроблені та модифіковані антифрикційні полімерно-композитні матеріали із забезпеченням показників відповідної міцності та зносостійкості. Така зміна конструкції зумовила зростання вартості посівних комплексів, укомплектованих полімерно-композитними матеріалами, до 7…8%. І це є не дуже привабливий момент. Ще варто зазначити, що для реалізації цієї моделі повинна бути забезпечена висока культура виробництва та висококваліфіковані спеціалісти у галузі сільськогосподарського та хімічного машинобудування. Однак, якість посіву значно зросла [27-28] і економічний ефект від застосування модернізованих посівних комплексів у порівнянні із серійним варіантом складає близько 580…970 тис. грн. у розрахунку на 1000 га посівів пшениці озимої за технологією No-till (дані авторів). Це відбувається за

рахунок того, що оснащений деталями з ПКМ, паралелограмний механізм менше піддається негативній дії корозії та забрудненню поверхонь тертя (завдяки антиадгезійним властивостям), ніж у серійних машинах, і, відповідно, адекватно реагує на зміну рельєфу поверхні ґрунту. Таким чином, насіння укладається точно на задану глибину. В результаті забезпечується високий відсоток сходів, що знаходяться в строго одній фазі. У подальшому, це позитивно впливає, наприклад, при обробці гербіцидами, бо рослини, в цілому знаходяться у сприятливій фазі для обробітку. У випадку ж застосування паралелограмного механізму в базовому варіанті (металеві втулки), з часом погіршується реагування паралелограмного механізму на зміну рельєфу. Маємо значні відхилення глибини загортання насіння, як по ширині агрегату, так і по ходу руху. В подальшому, отримуємо менш дружні сходи і відсоток рослин, що мають відхилення в розвитку (знаходяться в іншій фазі, ніж основна маса) зростає. У подальшому при обробці гербіцидами, рослини, що знаходяться не у відповідній фазі розвитку, пригнічуються дією хімікатів. Це відображається на зниженні урожайності в майбутньому.

У серійних машинах, що випускалися без використання полімерно-композитної групи деталей, недотримання періодичності обслуговування за один сезон призводило до утворення і накопичення великої кількості корозійного матеріалу у зазорах трибоспряжень (*рис. 13*). У подальшому це унеможливлювало дотримання агротехнічних вимог за критерієм глибини посіву через заклинювання або навпаки, появі значних люфтів у паралелограмному механізмі. Як наслідок, частина насіння загорталася у ґрунт на більшу за необхідну глибину, частина – на меншу або взагалі (виявлено на посівах у Казахстані) вкладена на поверхню ґрунту. Застосування ПКМ у паралелограмному механізмі посівних комплексів Агро-Союз Turbosem II 19-60 (32, 48) дозволило підвищити технічний рівень цих машин, зменшити експлуатаційні витрати до 25 %, відповідно зріс темп робіт від 10.





Рис. 13. Наявність корозійної маси (а) в рухомому з'єднанні і дефекти (б), виявлені під час розбирання серійного вузла.

Застосування ПКМ у вказаних механізмах дозволило виключити з системи ТО операції змащування шарнірів паралелограмного механізму взагалі. Наробіток на посівних комплексах Агро-Союз Turbosem II 19-60 складає 18…20, а на зарубіжних – 10…16 тис. га за високих показниках надійності. Підвищена експлуатаційна надійність посівних машинно-тракторних агрегатів, які агрегатуються із вказаними сівалками. Це досягнуто за рахунок ліквідації вказаних вище простоїв та гармонійного узгодження систем ТО трактора і сівалки. Так, до модернізації, система ТО посівних МТА мала неузгоджений вигляд (*рис. 14*). Як видно з *рис. 14*, періодичність ТО енергетичних засобів і сівалки різна, що створює конфлікт технічної експлуатації посівного агрегату. У виробництві, як правило, ці періодичності коригуються персоналом і зводяться до одночасного проведення ТО. Очевидно, що надійність агрегату при такому підході буде знижуватись.

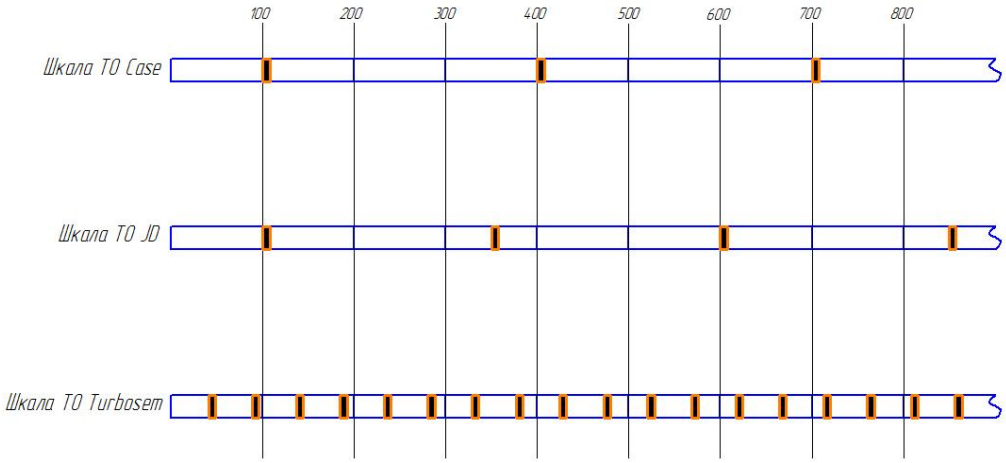


Рис. 14. Періодичність ТО тракторів Case IH, John Deere та сівалки Агро-Союз Turbosem II 19-60.

Аналогічні паралелограмні механізми копіювання поверхні ґрунту застосовуються і на сівалках інших виробників, у тому числі і відомих преміум-класу (наприклад, Horsch Maestro, John Deere 1895 та ін.). Так, у посівного комплексу Horsch Maestro 36.50 SW передбачено 36 сошників з міжряддям 0,5 м (*рис. 15*). Кожен сошник оснащений аналогічною системою копіювання рельєфу ґрунту (*рис. 16*). Деталі трибоспряжень виготовлені з конструкційних загартованих сталей і за умови систематичного обслуговування тривали час забезпечують якісне виконання сівби.

На основі дворічних польових випробувань посівного комплексу встановлено, що при наробітку 1752,1 год. модернізований посівний агрегат додатково знаходився в роботі 382 год. (у порівнянні з серійним варіантом) і обробив (засіяв) на 1736 га більше. Максимальна урожайність пшениці озимої на полі, засіяному модернізованим посівним комплексом у 2015 році склала – 7,8 т/га; у 2016 – 9,7 т/га.



Рис. 15. Посівний агрегат у складі трактора CASE IH 380MX і посівного комплексу Horsch Maestro 36.50 SW



Рис. 16. Паралелограмний механізм (а) та точки змащування на механізмі прикотних коліс (б) посівного комплексу Horsch Maestro 36.50 SW

Сьогодні технологія модернізації посівних комплексів і сівалок багатьох виробників впроваджена на серійній основі ряді ремонтно-обслуговуючих фірм Дніпропетровської, Кіровоградської та інших областей.

На момент написання дослідження дана тема розвивається науковою школою «Полімерні композити в АПК» Дніпровського державного аграрно-економічного університету для застосування в інших трибоспряженнях різних механізмів і машин.

Конструктивні рішення відвалів плугів. На сьогодні оранка – одна з найбільш енергоємних технологічних операцій – залишається досить поширеною. А тому, більшість конструкторських та технологічних рішень направлені на зменшення її енергоємності. Це досягається, як правило двома методами: застосуванням форми робочих органів і нових матеріалів. Технологічні типи відвальних корпусів (культурні, напівгвинтові і т.д.) викладені у [27]. Крім класичних видів відвалів, сьогодні можна вирізнити суцільні (*рис. 17*) та смугові (*рис. 18*). Останні володіють додатковими функціями подрібнення грунту за рахунок високої пружності. Таке рішення

необхідне для отримання якісного агрофону оранки (кришення грудок до необхідного розміру).



Рис. 17. Плуг оборотний навісний Kuhn Master 103.

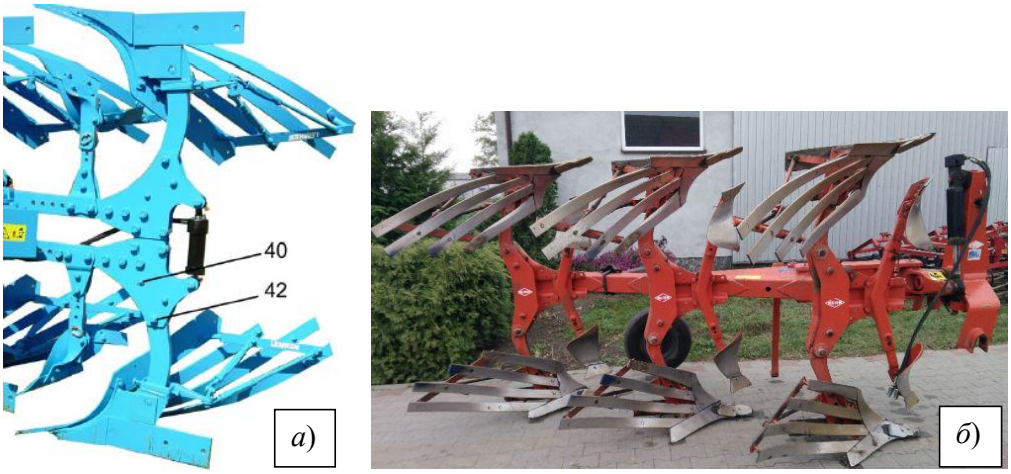


Рис. 18. Фрагмент плуга оборотного Lemken EuroDiamant 10 (а) і серії Kuhn Master (б).

У порівнянні із суцільним, смуговий відвал з меншими енергозатратами обертає ґрунт, краще його кришить. Такі відвали забезпечують якісну агротехніку на важких, (наприклад, суглинних чорноземів) ґрунтах. Тяговий опір у них менший, і тому вони менш схильні до налипання. Таким чином, смуговий відвал краще працює на липких ґрунтах, краще подрібнює ґрунт і зменшує глибину борозни. Металеві смуги можна замінювати окремо.

Недоліком відомих смугових відвалів є усунення налипання ґрунту тільки на задніх кінцях смуг, тобто в місцях максимальної амплітуди вібрації. Що стосується передньої частини відвалу (груди відвалу), то вона залишається стабільно нерухомою, і там налипання не зникає [28; 29]. Крім того, така конструкція є технологічно складнішою у виготовленні, а отже, плуги, оснащені смуговими відвалами є дорожчими.

Проблему з налипанням ґрунту на відвал на сьогодні удосконаленнями металевих відвалів не вирішено.

В останні роки на ринок Європи та України виробники почали постачати плуги, оснащені відвалами, виготовлених з високомолекулярних сполук – полімерів [30]. Такими є той же відомий виробник с.-г. техніки Kuhn (*рис. 19*) та низка інших.



Рис. 19. Плуг оборотний фірми Kuhn, оснащений полімерними відвалами.

Як видно з рис.19, груди відвалу (найбільш навантажена частина), виконані з металу. А от відвали передплужників – виготовлені також з високомолекулярного матеріалу. Можемо також з фото бачити, що проблема корозії відвалів наразі не актуальна.

В Україні теж є фірми, які позиціонують відвали, виготовлені з високомолекулярної сполуки (*рис. 20*) – композитного матеріалу Tekrone [31; 32].



Рис. 20. Відвал плуга, виготовлений з високомолекулярної сполуки Tekrone.

Згідно з інформацією, надаю виробником [32], використання відвалів з Tekrone здатне забезпечити такі переваги:

- підвищення продуктивності роботи орного агрегату на 9%;
- економію палива до 3 л у розрахунку на 1 га;
- високі антиадгезійні властивості матеріалу Tekrone забезпечують практично повну відсутність налипання при обробітку вологого ґрунту, що в

свою чергу підвищує продуктивність робіт, а також економить час, що витрачається на регулярне чищення плуга від бруду, сприяє зниженню тягового опору.

Вартість одного відвалу Tekrone плуга ПЛН-3-35 складає на початок 2019 р – 1550 грн. [32].

На наш погляд, сьогодні створені матеріали – високомолекулярні сполуки – які можуть застосовуватись у важко навантажених вузлах с.-г. машин, зокрема, в якості відвалів лемішних плугів. Однак, про створену в Україні технологію їх виготовлення невідомо.

Таким чином, існує необхідність наукового та промислового дослідження, направленого на створення технології виготовлення (переробки) або отримання готового продукту в умовах України та проведенні виробничих випробувань.

Отже, пропонуємо у відому класифікацію плугів лемішних ввести новий пункт «За видом матеріалів робочих органів», у якому визначити два пункти: металеві та полімерні (*рис. 21*).

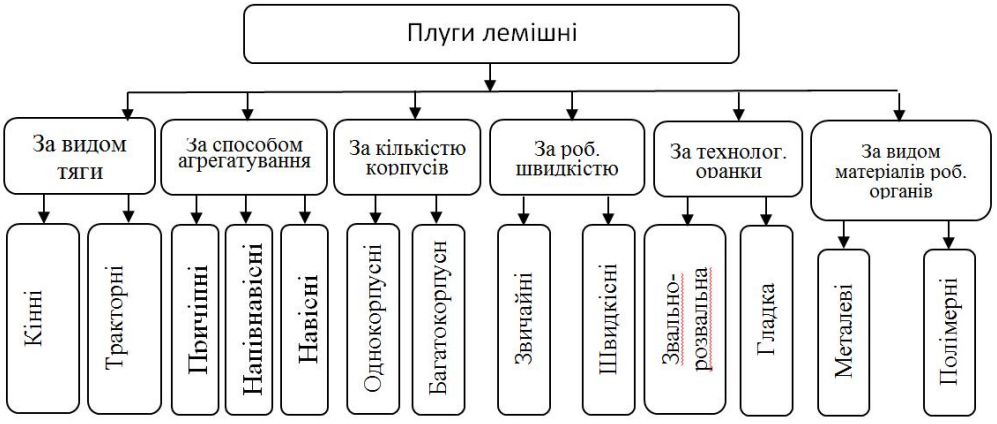


Рис. 21. Удосконалена авторська класифікація лемішних плугів.*

Примітка: – дана класифікація розроблена авторами у грудні 2018 р.*

Заявлена класифікація буде у повній мірі відповідати наявним на світовому ринку плугам лемішним.

За аналізом, наведеним у п. 1.2, можна зробити висновок, що удосконалення орних агрегатів через модернізацію, розробку нових конструкцій плугів на сьогодні вичерпаний. Подальший розвиток орних агрегатів можливий за рахунок розробки та застосування у конструкції плугів лемішних нових матеріалів з високими фізико-механічними властивостями.

Відео роботи у полі орного агрегату МТЗ-80.1 + ПЛН-3-35, укомплектованого відвалами, виготовленими з полімерних матеріалів марки РЕ-500 і РЕ-1000 можна ознайомитися, скориставшись QR-кодом:

Умови роботи: грунт – чорнозем звичайний, відносна вологість 26…27 % (оптимум 24%), агрофон – стерня ранніх зернових колосових культур, похил місцевості – до 1 %, глибина оранки – 27 см. На відео видно, що агрегат забезпечує

високий рівень агротехніки, загортання рослинних решток відповідає вимогам, якість кришення відповідає максимальним якісним показникам, висота між верхівкою брил і борозною не перевищує 5 см (за агровимогами – 7 см).

Пасажирський електротранспорт. При експлуатації пасажирського електротранспорту виникає цілий ряд організаційно-технічних труднощів у забезпеченні чіткої, безперебійної роботи галузі. На це впливає так званий «соціальний статус» цього виду транспорту, відповідно до цього значний брак коштів, який призводить до зниження надійності технічного обслуговування та експлуатації рухомого складу.

Сьогодні у світі культура і рівень виробництва в автомобілебудуванні досягли такого рівня, коли у новостворюваних машинах і механізмах (особливо у вузлах тертя) вже недоцільно застосовувати традиційні метали і сплави з них, оскільки їх експлуатація не задовольняє вимогам, що пред'являються до сучасних машин.

Дослідження проводилися на тролейбусах ЮМЗ Т1 (*рис. 22*), ЮМЗ Т-2, ЗиУ-9 та ЗиУ-10, Шкода 14Тр. У конструкції тролейбусів ЮМЗ Т1/Т2, у багатьох підшипникових опорах і рухомих з'єднаннях були закладені ще бронзові деталі (втулки шворня і валу розтискного кулака гальмівних колодок).



Рис. 22. Загальний вигляд тролейбуса ЮМЗ Т1).

Експлуатація цих машин останнім часом коштує дуже дорого, оскільки дефіцит бронзи на ринку України, що збільшився, і зниження курсу національної валюти привели до миттєвого підвищення її вартості. Як відомо, деталі тертя, виготовлені з бронзи, мають працювати в умовах щедрого мащення. Не допускається експлуатація таких деталей в умовах обмеженого змащення, так як відразу відбувається заклинювання пари тертя. В сухому середовищі бронзові деталі не працездатні.

Таким чином, на замовлення підприємств, в яких експлуатується автомобільний та електротранспорт, для досліджень автори обрали деталі, які мали найбільшу кількість відмов, труднощів в експлуатації, обслуговуванні та ремонті. Впровадження результатів досліджень повинно привести до спрощення технічного обслуговування та здешевлення самих деталей. Нами були обрані втулки: шворня переднього мосту, вала розтискного кулака гальмівних колодок та крана рівня полу. Аналіз проведення технічного обслуговування рухомого складу в депо м. Дніпропетровська та Сімферополя вказав на невисоку якість та недотримання обслуговуючим персоналом

технологічного регламенту. Наприклад, згідно з технологічним регламентом, змащення шворневих втулок 1, 2 переднього мосту тролейбусів (*рис. 23*) повинно проводитися під час технічного обслуговування № 1 або за вимогою, у випадку погіршення умов експлуатації. Елементарне невиконання цього правила призводило до передчасного або навіть миттєвого виходу з ладу даного вузла. Проте, навіть при високому рівні технічного обслуговування вартість серійних бронзових втулок та їх обслуговування є надто високою для використання у даному виді транспорту, який, як відомо є дотаційним.

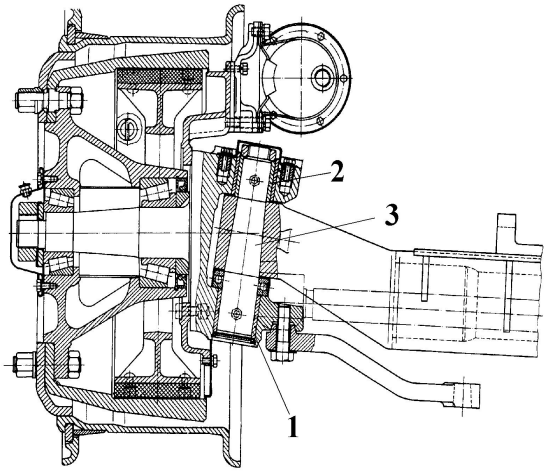


Рис. 23. Передня вісь тролейбуса Шкода 14Тр: 1 – нижня шворнева втулка; 2 – верхня шворнева втулка; 3 – шворінь.

У тролейбусі ЮМЗ Т2 на двох шворнях переднього мосту встановлено 4 втулки з бронзи марки БРАЖ9-4Л загальною масою близько 1,5 кг. Виготовлена втулка з вуглепластика має масу 0,096 кг, тобто загальна масса 4-х таких втулок – 0,384 кг.

Під час чергового поточного ремонту (ПР) тролейбусів, були встановлені експериментальні вуглепластикові деталі, які в подальшому експлуатувалися у звичайних виробничих умовах. Перед випробуваннями деталі були змащені пластичним мастилом. В подальшому вони не змащувалися. У процесі випробувань не було жодного виходу з ладу експериментальних деталей, експлуатація відбувалася відповідно до регламенту. Згідно акту випробувань встановлено, що повний технічний ресурс втулок шворня складає 32 тис. км пробігу.

Втулки вала розтискного кулака гальмівних колодок були оглянуті і замінені через 2 роки експлуатації (пробіг тролейбусів складав від 40 до 45 тис. км) під час проходження чергового ПР. Під час проведення досліджень тролейбусне депо № 1 м. Дніпро було повністю переведене на використання вказаних деталей з ВП. Економія бронзи у розрахунку на 100 тролейбусів склала не менше 300 кг. При впровадженні експериментальних деталей система ТО не потребувала коригування. Також виробничими дослідженнями встановлено, що змащення вуглепластикових втулок шворня тільки збільшує їх ресурс.

Вибракувані (зношені) деталі з вуглепластиків поверталися на повторну переробку. В лабораторних умовах вони очищалися від залишків бруду і мастила, подрібнювалися, висушувалися при відповідному режимі і знову

перероблялися. Собівартість таких деталей була нижча на 20% у порівнянні з деталями після первинної переробки. Така технологія рециклінгу зменшує екологічне навантаження на довкілля.

Під час виробничих досліджень, асортимент рекомендованих до впровадження деталей розширився (*табл. 2*). При цьому з метою економії витрат на придбання шворнів, нами розроблені прес-форми, що дозволяють варіювати розмірами вуглепластикових деталей.

Таблиця 2

Розроблені вуглепластикові втулки тролейбусів

Найменування деталі	Марка тролейбуса	Розмір, мм			Маса, г
		D	*d*	*H*	
Втулка шворнева	ЗИУ	60	46/48	50	68
Втулка шворнева	ЮМЗ	60	46/48	70	96
Втулка шворнева	Шкода	60	46/48	57	78
Втулка шворнева	Шкода	56	30	70	146
Втулка шворнева	Шкода	61	45	75	162
Втулка шворнева верхня	Шкода	48	38	68	52
Втулка шворнева нижня	Шкода	55	48	57	39
Втулка вала розтискного кулака	ЗИУ, ЮМЗ	50	35	40	49
Втулка вала розтискного кулака	Шкода	48	41	35	24

Примітка: D – діаметр зовнішній; *d* – діаметр внутрішній; *H* – висота

Завдяки такому розмірному ряду втулок, споживачі мають змогу перекрити увесь діапазон шворнів, що ремонтуються, а отже значно скоротити витрати на закупівлю нових шворнів. Також встановлено, що знос шворнів при експлуатації розроблених втулок зменшується завдяки утворенні на їх робочій поверхні плівки переносу.

В процесі виробничих випробувань виявлений непередбачуваний ефект, а саме, встановлено факт збільшення величини пробігу шин тролейбусів при використанні шворневого вузла, укомплектованого вуглепластиковими втулками. Це пояснюється тим, що чим ближче до проведення чергового технічного обслуговування вузла, тим більша вірогідність схоплювання, заїдання і т. ін. серійного бронзового підшипника і сталевого шворня за рахунок виникнення недостатнього змащування бронзи солідолом (внаслідок випрацювання останнього). В умовах сухого та напівсухого тертя деталі з бронзи легко піддаються пластичній деформації.

Тому бронзові втулки у серійному шворневому вузлі після експлуатації мали не круглу, а дещо овальну форму. При цьому порушувався кут сходження і розвалу коліс, що і призводило до підвищеного зносу шин. При використанні

шворневого вузла, укомплектованого вуглепластиковими підшипниками це явище відсутнє, бо такі підшипники являються самозмащувальними, здатні до пружних деформацій (а не пластичних, як бронза) і уникають цього явища при сухому терті. Даний ефект відображений в авторському патенті [26].

Втулки крану рівня полу. Знайшли ефективне застосування замість серійних, виготовлених з аліфатичних поліамідів та інших матеріалів. Авторами розроблена прес-форма для виготовлення даної деталі. Виробничі випробування показали, що довговічність розроблених втулок з вуглепластика переважають серійні у 2…2,5 рази.

Вантажний автомобільний транспорт. Позитивні результати виробничих досліджень такого відповідального в плані безпеки транспорту як пасажирський дозволили розширити сферу застосування даних наукових результатів на вантажному автомобільному транспорті.

Випробування проводилися у фермерському господарстві «Кущинський» на автомобілях КамАЗ-5320. Поряд із втулками шворнів переднього мосту, керівництво господарства також запропонувало замінити бронзові втулки вала розтискного кулака гальмівних колодок на полімерні. Не дивлячись на те, що на внутрішній (робочій) поверхні бронзової втулки нанесений антифрикційний шар з чистого поліаміду (*рис. 24*), важкі умови експлуатації вказаних автомобілів у господарстві нерідко призводили до заклинювання валів, що є небезпечно. Між тим, досвід експлуатації бронзових втулок з поліамідним антифрикційним шаром показав, що кардинально, у всякому випадку, у даному господарстві, проблема заклинювання вказаного вузла остаточно не вирішена. Під час кожного ТО-1 дане рухоме з'єднання повинно було щедро змащуватися пластичним мастилом.



Рис. 24. Серійна бронзова втулка вала розтискного кулака автомобіля КамАЗ-5320 з антифрикційною поліамідною сіткою.

Впровадження втулок з вуглепластика дозволило виключити можливість заклинювання валу, застосовувати лише одне змащення пластичними мастилами під час монтажу. Експериментальні втулки шворнів та валу розтискного кулака, що були встановлені на автомобілі КамАЗ-5320, працювали безвідмовно. При пробігу 1115 км проведений мікрометраж деталей показав, що величина зносу знаходиться в межах регламенту і випробування були подовжені. Точний моніторинг пробігу автомобіля та інтенсивності його пересування за час випробовувань здійснювався за допомогою автомобільного навігатора Garmin Nuvi 1410. При цьому експериментальні втулки експлуатувалися в штатному режимі обмеженого змащування. Середній пробіг автомобілів, укомплектованих такими деталями до їх заміни складає від 20 тис. км. за результатами мікрометража.

З метою економії коштів на ремонт і закупівлю запасних частин авторами розроблено прес-форму, що забезпечує отримання заготовки, з якої механічною обробкою можна отримати необхідні ремонтні розміри в залежності від ступеня зношення валу розтискного кулака 1 (*рис. 25*). Діаметр вала визначали мікрометром цифровим МКЦ (1) – 75 (ISO 9001:2008BVQI) з точністю 0,002 мм. За отриманими значеннями діаметра вала механічною обробкою заготовки отримували необхідний діаметр втулки з відповідною обробкою.

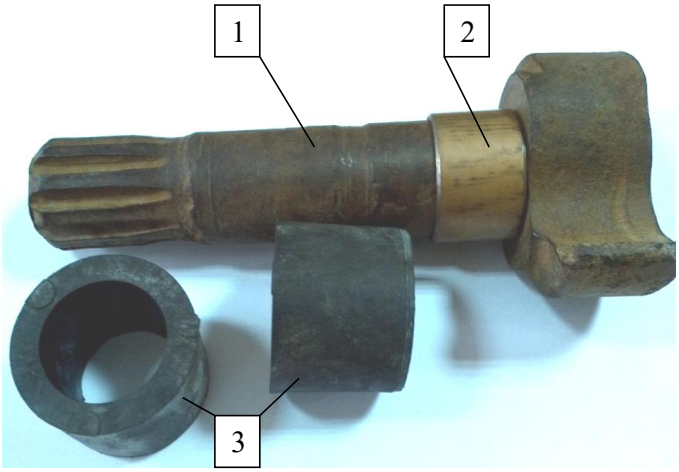


Рис. 25. Вал розтискного кулака (1) гальмівних колодок із серійною втулкою (2) та експериментальними заготовками (3) з вуглепластика.

Таким чином, розроблені деталі з ВП є ефективною альтернативою бронзовим та біметалевим втулкам і підшипниками ковзання.

На основі отриманих результатів можна зробити такі висновки.

1. Показано, що завдання підвищення довговічності механізмів і машин не можуть успішно вирішуватись без застосування нових полімерних матеріалів, а саме – вуглепластиків.

2. Розраховано, що максимальний тиск у парі тертя «вічко-палець» не перевищує 0,45 МПа.

3. Ефективною конструкцією підшипникової опори клавішних соломотрясів, є розбірна із реновацією полімерно-композитними деталями на основі фенілону С-2, поліаміду Па-6 та інших полімерів.

4. Для передавальних механізмів типу шестірні, виробники використовують поліоксиметилен.

5. Деталі внутрішнього і зовнішнього оздоблення тракторів і самохідних машин у переважній більшості виготовляються з полімерних композитів на основі надвисокомолекулярного поліетилену з антистатичними наповнювачами.

6. Для відвалів лемішних плугів застосовується надвисокомолекулярний поліетилен без наповнювачів марок РЕ-500 і РЕ-1000. Ці матеріали також представлені під комерційною назвою Tekrone.

7. Для виготовлення деталей втулок шворневих вузлів та кранів рівн полу та розтискних кулаків гальмівних колодок застосовуються вуглепластики типу УПА-6-30, УПА-6-40 та їх аналоги.

8. Розроблені деталі з вуглепластиків та інших полімерно-композитних матеріалів дозволили підвищити технічний рівень техніки, є ефективною альтернативою бронзовим та біметалевим втулкам та підшипниками ковзання на їх основі.

9. Вартість механізмів і машин при застосуванні полімерних композиційних матеріалів може зростати, а експлуатаційні витрати – суттєво знижуються.

ЛІТЕРАТУРА

1. Карпинос Д. М., Олейник В. И. Полимеры и композиционные материалы на их основе в технике. К: Наук. Думка, 1981.180 с.

2. Вольфсон С. А. Композиционные полимерные материалы сегодня и завтра (Комплексная научно-техническая целевая программа). *Новое в жизни, науке, технике.* Сер. Химия. М.: Знание, 1982. №1. 64 с.

3. Абрамов Л. М., Крейдлин Л. М., Климчук Ю. Ф. Состояние и перспективы применения и изготовления пластмассовых деталей тракторов и сельхозмашин. *Применение полимерных материалов в сельскохозяйственных машинах:* Тез. докл. всесоюзн. научн.-техн. семинара. Ростов-на-Дону, 1980. Ч. I. С. 4–7.

4. Абрамов С. К. Полимерные материалы в сельскохозяйственном машиностроении: Монография. М.: Агропромиздат, 1986. 225 с.

5. Цурпал И. А. Перспективы снижения металлоемкости и повышения надежности сельскохозяйственной техники. *Научно-технический прогресс в машиностроении*. Вып.1: Композиц. материалы. М.: МЦНТИ, 1987. С. 18–32.

6. Murgas M. Износостойкие материалы для сельскохозяйственного машиностроения. *Mech. Zemed*. 1990. Vol. 40. №10. P. 451–453.

7. Burya A. I., Burya A. A., Cherepov S. A., Rybak T. I. Tribological characteristics of carbon plastics on the basis of polyamide. *Journal of the Balkan Tribological Association*. 1996. Vol. 2. No 3. P. 153–160.

8. Павлов Н. Н. Старение пластмасс в естественных и искусственных условиях: Монография. М.: Химия, 1982. 220 с.

9. Кестельман Н. Я. Термическая обработка полимерных материалов в машиностроении. М.: Машиностроение, 1968. 266 с.

10. Carbon fibre hoops hesten repair of fertilizer tower. *Atv. Compos. Bull*. 2002. Apr. P. 4–5.

11. Буря А. И. Применение углепластиков – перспективный путь повышения надежности сельскохозяйственной техники. *Полимерные композиционные материалы в изделиях машиностроения и товарах народного потребления*: Тезисы докладов. М, 1991. С. 44–45.

12. Буря А. И. Свойства и опыт применения углепластиков в сельхозмашиностроении. Методические рекомендации. К. Знание, 1992. 28 с.

13. Буря А. И. Трение и изнашивание углепластиков на основе ароматических полиамидов. *Трение и износ*. 1989. Т. 22, №6. С. 677–683.

14. Буря А. И., Молчанов Б. И. Трение и износ полиамида-6 и углепластика на его основе. *Трение и износ*. 1992. Т.13, №5. С. 900.

15. Буря О. І. Розробка, дослідження і використання полімерів, армованих хімічними волокнами, в конструкціях сільськогосподарських машин: Автореф. Дис … канд. техн. наук: 05.20.04 / Тернопільський приладобуд. ін-т. Тернопіль, 1993. 32 с.

16. Plastics Today [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.plasticstoday.com/recycling/recycled-carbon-fiber-key-mass-market-applications/7344798259925. (Дата звернення: 17.02.2019 р.).

17. Ashlee Vance, Elon Mask: Tesla, Spase X, and the Quest for a Fantastic Future (Harper Collins, 2015).

18. Буря А. И., Деркач А. Д., Свириденок А. И. Влияние вторичной переработки на ударную вязкость углепластиков на основе полиамида-6. *Ресурсосберегающие экотехнологии: возобновление и экономия энергии, сырья и материалов:* Тезисы докладов четвертой международной научно-технической конференции (11–13 октября 2000 г.). Гродно: Гродненское отделение белорусской инженерно-технологической академии, 2000. С. 42–43.

19. Буря А. И., Николаенко А. И., Черненко Е. А., Аврутин И. З. Результаты испытаний полимерных глазков шнека жатки зерноуборочных комбайнов. *Применение полимерных материалов в деталях сельскохозяйственных машин*. Днепропетровск: ДСХИ, 1989. С. 97–100.

20. Прейсман В. И. Основы надежности сельскохозяйственной техники: Монография. М.: Выща школа, 1988. 247 с.

21. Деркач О. Д. Обгрунтування параметрів обертових елементів робочих органів зернозбиральних комбайнів: Дис... канд. техн. наук: 05.05.11 / Тернопільський держ. технічний ун-т ім. Івана Пулюя. Т., 2006. 215 арк.: рис. Бібліогр.: арк. 167–183.

22. Alexander Burya, Olexiy Derkach, Anatoliy Kobets. Application of parts manufactured of carbon plastics for movable joint. *Physical methods in agriculture International conference:* Book of abstracts (August 27–30, 2001). Prague, Czech Republic, 2001. P. 51–52.

23. Комбайн зерноуборочный самоходный КЗС-9-1 «Славутич». Руководство по эксплуатации комбайна КЗС-9-1 РЭ. Изд. 1-е. Лит. 01. ГКБ «Южное» им. М.К. Янгеля, 2003. С. 420.

24. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Комбайны самоходные зерноуборочные «Дон-1500» и «Дон-1200». Ростов-на-Дону: ПО «Ростсельмаш» им. Ю.В. Андропова, 1987. С. 95.

25. Laverda. Комбайны Серии LX. / Cod. 327820061-05/2001.

26. Буря О. І., Науменко М. М., Деркач О. Д. та ін. Розрахунок підшипника ковзання клавішного соломотряса, виготовленого із вуглепластика. *Хранение и переработка зерн*а. 2003. №8(50). С. 62–64.

27. Градиський Ю. О., Літовка С. В. Конструкція плугів загального призначення: Методичні рекомендації та завдання щодо виконання самостійної роботи студентів денної та заочної форми навчання технічних спеціальностей. Х.: ХНТУСГ, 2014. 31 с.

28. Роспатент [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.findpatent.ru/patent/242/2426290.html. (Дата звернення: 03.01.2019 р.).

29. Роспатент [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.findpatent.ru/patent/247/2479970.html (Дата звернення: 03.01.2019 р.).

30. Сільськогосподарська техніка KUHN [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.kuhn.ru/ru/range/ploughing/mounted-reversible-ploughs.html (Дата звернення: 03.01.2019 р.).

31. Філія АТ «Промарматура» «Агротехсервіс». [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.agroservice.dp.ua/ (Дата звернення: 03.01.2019 р.).

32. Відвал плугу гвинтовий 020203. Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.iqcomposite.com/products/otval-pluga-pln/ (Дата звернення: 26.05.2022 р.).

33. Прейсман В. И. Основы надежности сельскохозяйственной техники: Монография. М.: Выща школа, 1988. 247 с.

СТВОРЕННЯ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ СИСТЕМ З УРАХУВАННЯМ РИЗИКІВ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ

Толстенко О. В.

Ціла низка проблем виникає при інтенсифікації роботи складних технічних сільськогосподарських систем. Застаріле обладнання не дозволяє нарощувати темпи виробництва, характеризується великою металомісткістю, низькою надійністю і безпекою. Забезпечення санітарних норм за такими показниками як вібрація, шум, запиленість та ін., які значно зростають в умовах інтенсифікації, можна досягти тільки ціною великих енергетичних і економічних витрат. Найбільш перспективним шляхом виходу з ситуації стало застосування машин нового технічного рівня, які відповідають необхідним вимогам: відповідність технології, надійність і довговічність, високий ступінь безпечного функціонування, можливість роботи тривалий час в складних і особливо складних, а часом і екстремальних умовах експлуатації.

Подальша інтенсифікація технологічних процесів потребує вдосконалення і, перш за все, підвищення безпеки функціонування таких систем. Тому створення методів підвищення їх безпеки при нових ресурсозберігаючих технологіях функціонування сільськогосподарських систем в умовах інтенсифікації виробництва є важливим і актуальним.

Об’єкт дослідження – ресурсолімітуючі елементи складних технічних сільськогосподарських систем.

Мета роботи – підвищення безпечного функціонування складних технічних сільськогосподарських систем шляхом створення науково-обгрунтованих фізичних і математичних моделей, методів розрахунку параметрів їх елементів з урахуванням ризиків техногенного характеру.

Методи дослідження – теоретичний пошук і експериментальні дослідження. При проведенні експериментальних досліджень використана стандартна вимірювальна апаратура, теоретичні дослідження - з використанням теорії коливань і віброзахисту, механіки руйнування, термодинаміки незворотних процесів, теорії надійності і безпеки складних динамічних систем, теорії в'язкопружності, методів синергетики і фрактального аналізу.

Аналіз чинників і розробка науково-методичного забезпечення механіки деформування і руйнування дисипативних пружно-спадкових середовищ; аналіз стану досліджень і побудова теорії континуальних моделей довговічності ресурсолімітуючіх елементів складних технічних сільськогосподарських систем на базі багатокритеріального підходу представлені в роботах [1; 2; 3; 4].

Актуальність і важливість результатів дослідження обумовлені необхідністю створення методів оцінки безпеки сільськогосподарських машин, споруд и обслуговуючого персоналу з урахуванням залишкового ресурсу елементів системи. Цілий ряд питань, пов'язаних з вібробезпечностю промислових об'єктів, зараз вже вирішено. Є позитивний досвід по вібро- і сейсмоізоляції машин і будівель шляхом застосування металевих,

гумовометалевих, гідравлічних і комбінованих елементів [1; 2]. Разом з тим недостатньо розробленою залишається проблема віброзахисту важких об'єктів.

Аналіз конструктивних особливостей сейсмоізоляції будівель і споруд, показує, що найбільш перспективним вважається застосування сейсмоізоляторов на основі гумових конструкцій. Але відсутність аналітичних методів оцінки параметрів сейсмоізоляторов і складність конструкції ізолюючих опор, висока трудомісткість виготовлення стримують широке застосування СБ для захисту будівель, споруд і машин від дії сейсмічних і динамічних навантажень [4].

Для конструкційних матеріалів старіння як процес, який протікає в часі і викликає незворотні зміни властивостей матеріалів, є негативним. Процес цей можна уповільнити, але зупинити його неможливо. Дослідження, які дозволяють розкрити сутність механізму старіння і створити адекватні фізичні та математичні моделі його опису і прогнозування терміну служби елементів системи, є актуальними.

При довготривалих циклічних навантаженнях відбуваються процеси деформаційного старіння, тобто змінюються фізико-механічні характеристики, які визначають працездатність матеріалу як елемента конструкцій. Практично всі машинобудівні матеріали, в тому числі еластомерні матеріали, стали і сплави, містять дефекти структури (мікротріщини, пори, хімічні флуктуації та ін.), різні за своєю природою і масштабним рівнем. Дефекти, що зароджуються при термосилових впливах, вже в початковій стадії експлуатації конструкції починають інтенсивно розвиватися, відбувається зростання їх щільності. У зонах локалізації дефектів зароджуються небезпечні утворення у вигляді макропор і макротріщин складної конфігурації. Для опису цієї стадії руйнування широко використовують концепції кінетичної теорії накопичення розсіяних пошкоджень [1; 4].

На основі цього отримані рівняння описують кінетику накопичення пошкоджень, тобто розвитку руйнування з позиції механіки квазіоднородного середовища в речовині, якщо розподіл ушкоджень тіла рівномірний. В окремих випадках результати дозволяють з більшою чи меншою точністю прогнозувати поточні процеси деградації матеріалу.

Ефективну реалізацію цього підходу стримує відсутність фізично і експериментально обґрунтованого критерію, що дозволяє адекватно судити про рівень поточної пошкодженості матеріалу і його граничних значеннях, при яких настає руйнування макрооб'єму. Дослідження кінетики розсіяних пошкоджень залишається слабо розробленим напрямом в області механіки матеріалів.

Найбільш актуальним в цьому напрямку, є розробка достовірних методів визначення граничних рівнів накопичених розсіяних пошкоджень (дефектів), відсутність яких стримує адекватний моніторинг залишкового ресурсу конструкцій які працюють по допустимої пошкодженості. Перспективним завданням є розробка методів підвищення експлуатаційної надійності сільськогосподарських машин з урахуванням конструктивно-технологічних факторів і структурної нестійкості їх ресурсолімітуючіх елементів.

Проблема захисту сільськогосподарських машин, споруд і обслуговуючого персоналу від дії інтенсивних динамічних навантажень є актуальною не тільки для України і передбачає технологічну модернізацію виробництва, розробку систем заходів щодо підвищення рівня техногенної безпеки, впровадження у виробництво нових засобів підвищення безпеки на підприємствах сільського господарства, спорудах та будівлях, що знаходяться в області сейсмоактивності і вібраційного впливу. Машинам і комплексам з інтенсивним динамічним навантаженням притаманні низькочастотні коливання великої інтенсивності: частота низькочастотних коливань зазвичай знаходиться в межах (0,2–25) Гц; найбільш небезпечні для здоров'я людини-оператора частота – (0,2–50) Гц [4].

Аналіз тенденцій розвитку показує, що ризик аварій в результаті прямого впливу несприятливих факторів, в майбутньому буде зростати. Дана проблема ускладнюється відсутністю єдиного комплексного підходу до оцінки безпеки складних технічних систем. Кожна область людської діяльності оперує своїм інструментарієм і понятійним апаратом аналізу безпеки.

Ефективний захист і оцінка величини (ступеня) впливу негативних чинників на безпеку технічних систем, інфраструктури, людини і навколишнього середовища вимагають розробки математичних методів ідентифікації, прогнозу і ряду критеріїв, за допомогою яких можна кількісно і якісно визначити величину небезпеки внаслідок впливу реальних і потенційних загроз. Тому аналіз і розробка методологічних основ дозволяє робити висновки про величину впливу негативних факторів. Це є основним завданням в разі розробки будь-яких методик і рекомендацій щодо захисту і визначення граничних рівнів впливу негативних факторів. Рішення таких завдань є актуальним.

Проблеми оцінки безпеки сільськогосподарських машин, споруд и обслуговуючого персоналу з урахуванням нестабільності (старіння) параметрів їх ланок і їх структурної нестійкості пов'язані з необхідністю створення машин, система віброізоляції яких повинна працювати безвідмовно (тобто її параметри не повинні виходити за рамки встановлених значень) протягом 10–15 років.

Основні параметри елементів в процесі експлуатації не залишаються постійними. Така нестабільність спільно з іншими факторами, наприклад, технологією виробництва, впливом навколишнього середовища, призводить до структурної нестійкості елементів їх віброзахисних систем при тривалих циклічних навантаженнях.

Технічний прогрес в сільському господарстві пов'язаний з ростом інтенсивності впливу несприятливих факторів – збільшення вібрацій, шуму, ударних навантажень. Тому особливо важливою є проблема захисту с.-г. техніки, будівель, споруд і людини-оператора від дії інтенсивних вібрацій і звукового тиску. Сучасне обладнання повинно мати не тільки високі показники ефективності (більшу продуктивність, низькі енерговитрати), але і низький рівень техногенної та екологічної безпеки. Але цей показник не завжди можна знизити, оскільки в обладнанні відбуваються процеси, при яких виникає або витрачається велика кількість енергії, яка може загрожувати життю і здоров'ю

людей, навколишньому середовищу, прилеглому обладнанню. Рішення таких завдань є актуальним і виконується в роботі.

При інтенсифікації роботи складних технічних сільськогосподарських систем виникає ряд проблем. Застаріле обладнання не дозволяє нарощувати темпи виробництва, характеризується великою металомісткістю, низькою надійністю і безпекою. Забезпечення санітарних норм за такими показниками як вібрація, шум, запиленість та ін., які значно зростають в умовах інтенсифікації, можна досягти тільки ціною великих енергетичних і економічних витрат. Одним з найбільш перспективних шляхів виходу з ситуації стало застосування машин нового технічного рівня, які відповідають необхідним вимогам: відповідність технології, надійність і довговічність, високий ступінь безпечного функціонування, можливість роботи тривалий час в складних і особливо складних, а часом і екстремальних умовах експлуатації. Подальша інтенсифікація технологічних процесів потребує вдосконалення і, перш за все, підвищення безпеки функціонування таких систем. Тому створення методів підвищення їх безпеки при нових ресурсозберігаючих технологіях функціонування сільськогосподарських систем в умовах інтенсифікації виробництва є важливим і актуальним.

Технічний прогрес в сільському господарстві пов'язаний з ростом інтенсивності впливу несприятливих факторів – збільшення вібрацій, шуму, ударних навантажень. Тому особливо важливою є проблема захисту с.-г. техніки, будівель, споруд і людини-оператора від дії інтенсивних вібрацій і звукового тиску. Сучасне обладнання повинно мати не тільки високі показники ефективності (більшу продуктивність, низькі енерговитрати), але і низький рівень техногенної та екологічної безпеки. Але цей показник не завжди можна знизити, оскільки в обладнанні відбуваються процеси, при яких виникає або витрачається велика кількість енергії, яка може загрожувати життю і здоров'ю людей, навколишньому середовищу.

Розробка методів оцінки безпеки сільськогосподарських машин, споруд і обслуговуючого персоналу з урахуванням залишкового ресурсу елементів.

Процес управління ризиком охоплює різні аспекти від ідентифікації та аналізу ризику до оцінки його допустимості і визначення потенційних можливостей зниження за допомогою вибору, реалізації і контролю відповідних управляючих впливів.

Аналіз являє собою структурований процес, метою якого є визначення як ймовірності, так і розмірів несприятливих наслідків досліджуваного дії, об'єкта чи системи. Як несприятливі наслідки розглядається шкода, що наноситься людям, майну або навколишньому середовищу.

За допомогою проведення аналізу ризику робляться спроби відповісти на три основні питання:

1) ідентифікація небезпеки;

2) аналіз частоти появи небезпеки;

3) аналіз наслідків.

Згадана методологія відображає сучасний практичний досвід, накопичений в області вибору і застосування методів аналізу ризику. Вона

носить загальний характер, може бути застосована для багатьох галузей і типів технічних систем.

Наведені методи охоплюють лише частину питань з оцінки і аналізу ризику. Дії з оцінки ризику і управління ризиками є предметом багатьох досліджень.

Нижче розглядаються концепції ризик-аналізу, встановлені в [1; 2]. Існують численні приклади ситуацій, коли дані документи не є в повній мірі сумісними, або коли вони можуть бути застосовані в окремій галузі. У таких випадках може використовуватися або один з наведених підходів, або підхід більш загального характеру.

Розглянемо методи аналізу ризику і вибір методів.

Метод аналізу ризику повинен бути:

а) науково обґрунтованим, відповідати складності і природі досліджуваної системи;

б) надавати результати у формі, що забезпечує розуміння природи ризику і способів контролю;

в) типовим і мати властивості, що забезпечують можливість повторюваності і контрольованості.

Повинно бути представлено обґрунтування щодо вибору методу з точки зору його доречності і придатності. Якщо виникли сумніви щодо доречності і придатності методу необхідно провести порівняння його результатів з результатами альтернативних методів. При цьому результати обчислень повинні бути порівнянними.

Сформулюймо методи аналізу. Перелік методів представлений в *табл. 1*. Іноді може виникнути необхідність використання більш одного методу аналізу.

Таблиця 1

Перелік додаткових методів, використовуваних при аналізі ризику

Метод	Опис і застосування
Класифікація груп ризику за категоріями	Класифікація видів ризику за категоріями в порядку пріоритетності груп ризику
Відомості перевірок	Складання переліків типових небезпечних речовин і / або джерел потенційних аварій, які потребують розгляду. З їх допомогою можна оцінювати відповідність законам і стандартам
Загальний аналіз відмов	Метод, призначений для визначення того, чи можлива випадкова відмова (аварія) ряду різних частин або компонентів в межах системи, і оцінки його ймовірного сумарного ефекту
Моделі опису наслідків	Оцінка впливу події на людину, майно або навколишнє середовище. Використовуються як спрощені аналітичні підходи, так і складні комп'ютерні моделі
Метод Делфі	Спосіб комбінування експертних оцінок, які можуть забезпечити проведення аналізу частоти, моделювання наслідків і / або оцінювання ризику
Індекси небезпеки	Сукупність прийомів ідентифікації / оцінці небезпеки, які можуть бути використані для ранжирування різних варіантів системи і визначення менш небезпечних варіантів
Метод Монте-Карло та інші методи моделювання	Сукупність прийомів аналізу частоти, в яких використовується модель системи для оцінки варіацій у вихідних умовах і припущеннях

Парні порівняння	Спосіб оцінки і ранжирування сукупності ризиків шляхом парного порівняння
Огляд даних по експлуатації	Сукупність прийомів, які можуть бути використані для виявлення потенційно проблемних областей, а також для аналізу частоти, заснованихо на даних про аварії, даних про надійність тощо
Аналіз прихованих процесів	Метод виявлення прихованих процесів і шляхів, які могли б привести до непередбачених подій

З метою удосконалення ідентифікації небезпеки (і можливостей оцінки ризику) стосовно певних проблем можуть використовуватися інші прийоми. Наприклад: аналіз прихованих відмов, метод Делфі і аналіз впливу людського фактора.

Незалежно від застосовуваних прийомів важливо, щоб в загальному процесі ідентифікації небезпеки було належним чином ураховано то, що людські і організаційні помилки є суттєвими факторами в багатьох аваріях. Звідси випливає, що сценарії аварій, що передбачають людську і організаційну помилку, також повинні бути включені в процес ідентифікації небезпеки, який не повинен бути спрямований виключно на технічні аспекти.

Сформулюємо оцінювання ризику. На практиці ідентифікація небезпеки, що виходить від конкретної системи, устаткування або діяльності, може давати в якості результату дуже велику кількість сценаріїв потенційних аварій. Деталізований кількісний аналіз частот і наслідків не завжди виконується. У таких ситуаціях може виявитися доцільним якісне ранжування сценаріїв, переміщення їх в матриці ризику, що вказує на різні рівні ризику. Кількісне визначення концентрується в такому випадку на сценаріях, що дають більш високі рівні ризику.

У *табл. 2* представлено приклади ризику. Застосування матриці ризику має своїм результатом сценарій, вважаючи джерело низьких або незначних ризиків, які знижуються при більш глибокому розгляді, оскільки в загальному значенні вони не можуть стати джерелом значного рівня ризику.

Таблиця 2

Матриця ризику

Якісна характеристика частоти події	Частота події за рік	Серйозність наслідків			
		Катастрофічне	Значне	Серйозне	Незначне
Часте	>1	B	B	B	C
Ймовірне	$1 – 1^{-1}$	B	B	C	M
Випадкове	$1^{-1} - 1^{-2}$	B	B	M	M
Малоймовірне	$1^{-2} - 1^{-4}$	B	B	M	M
Неправдоподібне	$1^{-4} - 1^{-6}$	B	C	H	H
Неймовірне	$<10^{-6}$	C	C	H	H

Примітка: У матриці використана така класифікація ризику:
B – висока величина ризику; C – середня величина ризику;
M – мала величина ризику; H – незначна величина ризику.

Є багато матриць ризику, але найбільш підходяща для конкретного аналізу матриця залежить від особливостей конкретного випадку. Форма використовуваної матриці повинна фіксуватися в звіті разом з оцінюваними позиціями всіх розглянутих сценаріїв аварій незалежно від того, піддаються вони в подальшому детальному кількісному аналізу.

Кількісний аналіз ризику, як правило, вимагає оцінок як частоти (або ймовірності) небажаної події, так і асоціюється з ним наслідки з метою встановлення міри ризику. Проте, в деяких випадках, коли розрахунки показують, що наслідки повинні бути незначними або частота повинна бути надзвичайно низькою, може бути досить оцінки єдиного параметра.

Проведемо аналіз частоти небажаної події. Метою аналізу частоти небажаної події є визначення частоти кожного з небажаних подій або сценаріїв аварій, ідентифікованих на стадії ідентифікації небезпеки. Зазвичай використовуються три основні підходи:

а) використання відповідних даних експлуатації з метою визначення частоти, з якою дані події відбувалися в минулому, і, виходячи з цього, визначення оцінок частоти, з якою вони відбудуться в майбутньому. Дані, що використовуються повинні відповідати типу системи, обладнання або діяльності, що підлягають розгляду;

б) прогнозування частот подій з використанням таких технічних прийомів, як аналіз діаграми всіх можливих наслідків неспрацьовування або аварії системи і аналіз діаграми можливих наслідків даної події. У тому випадку, коли статистичні дані недоступні або не відповідають вимогам, необхідно отримати частоти подій за допомогою аналізу системи і її аварійних станів.

Числові дані для відповідних подій, в тому числі дані про несправності устаткування і помилку людини, взяті з досвіду експлуатації або опублікованих даних, використовуються для визначення оцінки частоти небажаних подій. При використанні методів прогнозування важливо забезпечити впевненість у тому, що при аналізі була врахована можливість порушень режиму роботи системи, а також її частин або компонентів, які повинні функціонувати в разі виникнення відмов системи. При проведенні аналізу частот можуть використовуватися методи імітаційного моделювання відмов обладнання і руйнувань конструкції внаслідок старіння, а також інших процесів деградації;

в) використання думки експерта. Існує ряд методів для складання експертної думки, які виключають двозначність оцінок, допомагають в постановці відповідних питань. Експертні оцінки повинні враховувати всю наявну інформацію, в тому числі статистичну, експериментальну, конструктивну. Наявні методи передбачають метод Делфі, метод парних порівнянь, метод класифікації груп ризику та ін.

Аналіз наслідків небажаної події. Аналіз наслідків передбачає визначення результатів впливу на людей, майно або навколишнє середовище в разі небажаної події. Для розрахунків ризиків, що стосуються безпеки (працюючих або непрацюючих людей), аналіз наслідків є приблизне визначення кількості людей, які можуть бути вбиті, поранені або мати серйозні поразки в тому разі, якщо відбудеться небажана подія.

Небажані події зазвичай складаються з таких ситуацій, як викид токсичних матеріалів, пожежі, вибухи, випромінювання частинок з зруйнованого обладнання. Моделі наслідків потрібні для прогнозування розміру аварій, катастроф і інших явищ. Знання механізму звільнення енергії або матеріалу і наступні процеси дають можливість прогнозувати відповідні фізичні процеси заздалегідь.

Існує безліч методів оцінки такого роду явищ, діапазон яких простягається від спрощених аналітичних підходів до дуже складних комп'ютерних моделей. При використанні методів моделювання необхідно забезпечити відповідність тієї проблеми, яка підлягає розгляду.

Оцінка впливу людського фактору. Оцінка пов'язана з впливом людського фактору, а саме операторів і обслуговуючого персоналу, на роботу системи і може бути використана для оцінки впливу помилок персоналу на безпеку і продуктивність.

Багато процесів містять потенційні можливості для помилок персоналу, особливо в тих випадках, коли час, що є в розпорядженні оператора для прийняття рішень, обмежений. Імовірність того, що проблеми будуть розвиватися негативним чином, часто мала. Іноді дії персоналу обмежуються можливістю запобігання початковій несправності, що прогресує в напрямку аварії.

Ідентифікуються всі можливі типи помилкових дій, які можуть мати місце, в тому числі такі:

а) помилка через похибку, недогляд, що вилився в невиконанні необхідної дії;

б) помилка невідповідності, яка може передбачати:

- положення, коли потрібні дії виконується невідповідним чином;

- дія, що виконується занадто великим або занадто малим зусиллям або без необхідної точності;

- дія, що виконується в невідповідний для нього час;

- дія (або дії), що виконується в неправильній послідовності;

в) зайва дія, непотрібна дія, яка виконується замість необхідної дії або на додаток до неї.

Методологія є змішаною дисципліною, в якій зайняті дослідники і практики, які є, як правило, фахівцями в сферах або теорії і практики надійності, або психології і людських чинників. Вона може включати в себе наступні етапи:

- аналіз задачі;

- виявлення помилки персоналу;

- кількісне визначення впливу на надійність людського фактору.

Аналіз завдання і виявлення помилки персоналу необхідно починати на стадії концепції і на ранніх етапах проектування і розробки. Вони повинні модернізуватися на більш пізніх стадіях розвитку системи.

Важливість цього була проілюстрована різними аваріями, в яких критичні помилки людини сприяли катастрофічної послідовності подій. Такого роду аварії є застереженням від оцінок ризику, які концентрують увагу виключно на механічної конструкції і програмних засобах в системі. Вони ілюструють

небезпеку ігнорування помилок персоналу. Більш того, є корисними при розгляді помилок, що знижують продуктивність, і при виявленні тих шляхів, якими ці помилки і інші несправності (механічної конструкції і програмного забезпечення) можуть бути «відтворені» людьми, операторами і обслуговуючим персоналом.

Розглянемо методи безпечного функціонування КВО, інфраструктури і обслуговуючого персоналу.

Однією з проблем сучасного с.-г. виробництва є боротьба з шкідливим впливом шуму і вібрацій на обладнання, будівельні конструкції, на здоров'я і працездатність обслуговуючого персоналу.

Виробнича вібрація виступає як шкідливе явище, перш за все по відношенню до самих машин – її джерел, так як інтенсифікує знос, знижує їх надійність і довговічність, підвищує рівні випромінюваного шуму. У зв'язку з цим за інтенсивністю вібрації прийнято судити про якість машини, її технічний стан. Поширюючись по конструкціях і грунту, вібрація впливає на інші об'єкти, викликає руйнування будівельних конструкцій, погіршує роботу приладів, точних верстатів. І, нарешті, в разі контакту людини з вібруючими поверхнями виникає ряд нових специфічних проблем, зумовлених негативним впливом вібрації на здоров'я і працездатність людей.

Одним з напрямків вирішення проблеми захисту обслуговуючого персоналу, машин, обладнання, фундаментів і будівельних конструкцій від дії вібраційних навантажень великої інтенсивності, в тому числі при низькочастотних спектрах їх дії є розробка принципів вибору параметрів віброзахисних систем з використанням гумових і гумово-металевих елементів при конструюванні таких систем.

Розглянемо методи безпечного функціонування складних технічніх сільськогосподарських систем.

В силу своїх функціональних і технологічних особливостей складні технічні сільськогосподарські системи є джерелом підвищеного ризику аварій, шкідливого впливу вібрації і шуму на обслуговуючий персонал, що веде до травматизму і профзахворювань.

Важливе місце в загальній схемі підвищення безпеки таких систем є введення в схему машини в’язкопружних елементів, які забезпечують механізм зниження або ліквідації аварій, значно знижують шкідливий вплив на обслуговуючий персонал.

Як правило, такі елементи виготовляються з різних типів гум. Специфічні особливості гуми як конструкційний матеріал – дисипативний розігрів, старіння (нестабільність властивостей в часі) дія різних експлуатаційних факторів і агресивного середовища є основною причиною втрати ними працездатності, що веде до відмови всієї технологічної системи.

Необхідність створення систем віброзахисту з тривалим терміном служби і високим ступенем безпеки вимагають врахування в математичних моделях прогнозування їх довговічності від ефектів старіння (нестабільності жорсткісних і дисипативних характеристик в часі експлуатації), що призводить до зміни структури матеріалу РЕ, до появи їх нестійкості.

За основу методу підвищення безпеки прийнята методологія розробки віброізолюючих систем з урахуванням стану працездатності і довговічності еластомерних елементів, специфіки їх використання при дії тривалих циклічних навантажень.

Аналіз існуючих методів вібро- і сейсмозахисту свідчить, що найбільш ефективним є метод вібро-, сейсмоізоляції на базі еластомерних елементів конструкцій. Такий підхід прийнятий за основу при розробці методів підвищення безпеки складних технічних сільськогосподарських систем і обслуговуючого персоналу при довготривалих вібраційних навантаженнях. Методологія розробки таких віброзахисних систем розглянута в [1; 2; 4].

Нижче розглядаються основні вихідні вимоги (практичні рекомендації) при прогнозуванні довговічності еластомерних конструкцій з урахуванням еволюції структури матеріалу (гуми), що характеризуються зміною їх макро- і мікрохарактеристик.

Розробки віброізолюючих систем включає два аспекти: системний і елементний. До першого належать розміщення елементів і їх кріплення, яке не пов'язане з істотними труднощами при наявності достовірної інформації щодо експлуатаційних і конструктивних параметрів РЕ.

Другий аспект передбачає вирішення низки завдань, пов'язаних з урахуванням дисипативного розігріву РЕ, міцності зв'язку гума-метал, впливу старіння гуми, його ролі в загальній втрати стійкості матеріалу (гуми), як елемента конструкції віброзахисної системи і інших ефектів, обумовлених значними габаритами РЕ і суперечливими вимогами до їх функціональних параметрів.

В інженерній практиці сучасні складні технічні сільськогосподарські системи мають ряд специфічних технологічних особливостей. Це накладає певні вимоги до самих систем віброізоляції. Серед них в першу чергу слід назвати.

1. Велика вага машин. Амплітуди коливань рухомих частин машин (за винятком вібромашин) рідко перевищують (1,0÷2,0) мм і зазвичай знаходяться в межах (0,2÷0,6) мм; діапазон частот навантаження (0÷50) Гц.

2. Віброізолятори, як правило, встановлюються в опорному варіанті і при навантаженні відчувають статичні деформації стиснення від маси машини і технологічного завантаження, динамічні деформації стиснення і зсуву (нерідко спостерігаються еліптичні коливання) від обертання рухомих частин, при цьому деформації зсуву набагато менше деформацій стиску і в розрахунках зазвичай не враховуються.

3. Температура в гумовому масиві від дисипативного саморозігріву незначна (через малі амплітуд коливань) і зазвичай в центрі віброізолятора не перевищує (2–10) °С (при температурі зовнішнього середовища 20 °С); температура зовнішнього середовища відповідає сезонним змінам температури.

4. Зовнішнє середовище також відповідає умовам роботи: підвищена концентрація озону, пилу і ін. Така активна середа при тривалій експлуатації приводить до корозії металевої арматури і появи на вільної поверхні гуми мікротріщин, все це підвищує пошкодження і збільшує старіння зовнішнього

шару гуми, але не є домінуючим для віброізолятора в цілому саме внаслідок його масивності.

5. Відмова віброізоляторів рідко відбувається від руйнування гумового масиву або від порушення міцності стику гума-метал; відмова зазвичай пов'язаний з еволюцією структури гуми, яка призводить до виходу пружних і дисипативних характеристик матеріалу за межі допустимих значень, встановлених виходячи з динаміки машини і існуючих санітарних і технологічних норм в кожному конкретному випадку.

До конструювання форми віброізолятора і до вибору відповідної марки гуми в цьому випадку пред'являються особливі вимоги. Вони розглянуті в [1; 2; 4].

Надалі розробка методів підвищення безпеки складних технічних сільськогосподарських систем і споруд відповідно до елементного підходу полягає в розробці методів підвищення працездатності і довговічності РЕ шляхом обґрунтування їх раціональних параметрів з урахуванням критеріїв вібробезпечності.

Критерії вібробезпечності складної технічної сільськогосподарської системи при довготривалих циклічних навантаженнях. Критерії вібробезпечності складних технічних сільськогосподарських систем і споруд повинні включати два аспекти:

- забезпечувати ефективність віброзахисту;
- відповідати довговічності конкретного об'єкта.

Ефективність віброзахисту визначають за допомогою методів теорії коливань. Її основний принцип полягає в тому, що частота власних коливань $\omega_{соб}$ в кілька (3-5) разів відрізняється від частоти нижнього порога спектра частот збуджуючих сил. Ця умова є необхідною і достатньою умовою запобігання резонансних явищ, які обумовлюють аварійні ситуації, руйнування систем і споруд. Математичним виразом цієї умови є

$$\omega_{соб} \le \omega_{кр}, \quad \omega_{кр} = \omega_{н} / k, \tag{1}$$

де k – коефіцієнт, який визначає ефективність віброізоляції з урахуванням санітарно-гігієнічних норм, призначення об'єкта та ін.

Другий аспект критерію вібробезпечності пов'язаний з надійністю систем вібро- або сейсмозахисту, зокрема з тривалим терміном експлуатації самих систем, несучою здатністю і міцністю гумових елементів, їх довговічністю і врахуванням специфіки тривалого деформаційного старіння гуми, що приводить до втрати її стійкості як матеріалу конструкції. Наукове обґрунтування такого «особливого» старіння гуми в масивних гумових і гумометалевих елементах при тривалих циклічних навантаженнях знаходить в рамках наступних теорій [4]:

– закономірність зміни інтенсивності старіння гуми при її циклічному деформуванні;

– закономірність стрибкоподібного фазового переходу метастабильного стану еластомерів до лабильного при циклічному навантаженні, попередньому до їх втомного руйнування;

– закономірність руйнування еластомерів при тривалому циклічному навантаженні.

Це дозволило розробити критерій стійкості гумової деталі, пов'язаний з основним інформаційним параметром матеріалу (гуми) – модулем зсуву G. Фізично це буде означати наступне: система (в конкретному випадку віброізолятор) втрачає стійкість при виході параметра G за межі допустимих значень. Величини допустимих значень визначаються експериментально.

У цьому випадку критерій структурної стійкості гумової деталі можна записати у вигляді:

$$G_0(p) = \frac{N^* \varepsilon_0^2 \psi(p)}{2k_1 T p_{кр}} \le G_{кр}. \tag{2}$$

Критерій вібробезпеки складної технічної сільськогосподарської системи при дії тривалих циклічних навантажень буде:

$$\begin{cases} \omega_{соб} \le \omega_{кр}, \\ G_0(p) = \dfrac{N^* \varepsilon_0^2 \psi(p)}{2k_1 T p_{кр}} \le G_{кр}, \end{cases} \tag{3}$$

де $\omega_{кр} = \omega_н / k$ – коефіцієнт, який визначає ефективність віброізоляції з урахуванням санітарно-гігієнічних норм, призначення об'єкта та ін.;

$G_{кр} = (1{,}6 \div 1{,}8) G_{нач}$;

$$G_0(p) = G_{нач}\left[n + \frac{(1-n)(1-p)(n+3/2)}{(n+3/2) + p(1-n)} \right].$$

Критерій вібробезпеки (3), його аналіз в різних аспектах дозволяє при наявності необхідних даних визначити частоту власних коливань (або коефіцієнт жорсткості), несучу здатність, а також параметри РЕ і матеріалу. Їх необхідно враховувати в загальному алгоритмі вибору параметрів РЕ.

Розглянемо алгоритм прогнозування довговічності еластомерних елементів віброзахисту складних технічних сільськогосподарських систем.

Такий алгоритм будемо будувати на комплексному підході до розрахунку систем з урахуванням взаємозв'язку аналітичних розрахунків, оптимального синтезу і експериментальної інформації про реологічні, теплофізичні і втомні параметри гуми і віброізолятора. Алгоритм є узагальненим і включає в себе вирішення низки проміжних завдань, що мають цілком самостійне значення. Згідно алгоритму послідовність вирішення завдань приймається наступною.

Для складних технічних сільськогосподарських систем:

1. Методами раціонального конструювання визначаються геометричні розміри РЕ;

2. Методом оптимального синтезу або з урахуванням експериментального досвіду вибирається марка матеріалу, і визначаються її фізико-механічні та теплофізичні характеристики;

3. Перевірка віброізоляторов за критеріями руйнування елементів віброзахисту;

4. З урахуванням реологічних характеристик матеріала РЕ визначаються жорсткісні параметри віброізоляторів; при необхідності може бути виконано зміна їх геометричних розмірів або форми;

5. Проводиться прогнозування довговічності віброізолятора з урахуванням доступної експериментальної інформації, отриманої при тривалих циклічних навантаженнях: ефекти старіння, дія зовнішнього агресивного середовища та ін.

Процедура прогнозування довговічності гумометалевої системи передбачає рішення взаємозалежних між собою наступних рівнянь:

- рівнянь рівноваги і сумісності деформацій для визначення напружено-деформованого стану віброізолятора;
- реологічних рівнянь, які враховують в'язкопружні ефекти в гумі для визначення її реологічних параметрів;
- рівняння теплопровідності з внутрішнім джерелом тепла для визначення температурного поля в гумовому масиві;
- критеріальних рівнянь руйнування, що зв'язують параметри руйнування системи з часом напрацювання до відмови.

Розглянемо ці рівняння більш докладніше:

1) рівняння рівноваги

$$\nabla^2 \vec{u} + \frac{1}{1-2\nu} \operatorname{grad} \operatorname{div} \vec{u} = 0 \quad , \tag{4}$$

де ∇^2 – оператор Лапласа;

$\vec{u}$ – вектор переміщень;

ν – коефіцієнт Пуассона;

Граничні умови

u_r, u_z – радіальне і осьове переміщення відповідно, напруги τ_{rz},

$\tau_z = 0$ – на бічній поверхні віброізолятора;

2) рівняння стаціонарної теплопровідності

$$k \operatorname{div} \operatorname{grad} T + D' = 0 \quad , \tag{5}$$

де k – коефіцієнт теплопровідності;

D' – усереднена за цикл дисипативна функція, яка визначається виразом:

$$D' = \frac{\omega}{2\pi} \left[2G'' \left(\left|\varepsilon_z\right|^2 + \left|\varepsilon_\varphi\right|^2 + \left|\varepsilon_r\right|^2 + 2\left|\varepsilon_{rz}\right|^2 + \frac{(3K'' - 2G'')}{3\left|\varepsilon_z + \varepsilon_\varphi + \varepsilon_r\right|^2} \right) \right], \tag{6}$$

ε_z, ε_φ, ε_r, ε_{rz} – компоненти тензора деформацій, що обчислюються через переміщення u_r, u_z за формулами теорії пружності;

$$G = \frac{G_q \psi}{2\pi}; \qquad 3K = \frac{2G(1+\upsilon)}{1-2\upsilon},$$

G – динамічний модуль пружності;

ψ – коефіцієнт дисипації енергії.

Граничні умови в припущенні конвективного теплообміну з навколишнім середовищем, що відбувається на поверхні віброізолятора, мають вигляд:

$$\begin{aligned} &kgradTn=\alpha_1(T-T_0) \text{ – бічна поверхня;} \\ &kgradTn=\alpha_2(T-T_0) \text{ – опорна поверхня;} \\ &T=T_0 \text{ – в початковий момент часу;} \end{aligned} \qquad (7)$$

де T_0 – температура навколишнього середовища.

3) рівняння локальної довговічності

$$\int_0^{t*} \dot{U}_\rho dt = \int_0^{t*} \left(\tau_{ij}\dot{\varepsilon}_{ij} - \dot{q} + \dot{\chi}\right)dt, \qquad (8)$$

де $\dot{U}_\rho$ – частина внутрішньої енергії, яка витрачається на перебудову системи (руйнування);

$\tau_{ij}\dot{\varepsilon}_{ij}$ – енергія дисипації в матеріалі при його деформуванні;

$\dot{q}$ – теплова енергія;

$\dot{\chi}$ – енергія немеханічного впливу;

t^* – час локального руйнування.

У розглянутій схемі розрахунку використовується енергетичний критерій руйнування, як найбільш перспективний в даний час і з великими потенційними можливостями. Критерій поєднує теоретичні можливості термодинаміки процесів руйнування, механіки суцільного середовища і формулюється так: руйнування системи відбувається в той момент, коли щільність енергії руйнування досягне деякої критичної величини, що є постійною характеристикою матеріалу.

Стосовно до гумових деталей цей критерій обґрунтований в [4], там же проведена конкретизація критеріальних рівнянь для розрахунку довговічності гумометалевих блоків і шарнірів.

При виведенні цих рівнянь істотним є припущення про те, що вся енергія, що дисипується в матеріалі, витрачається на два процеси: теплоутворення і руйнування. Це припущення справедливо для сталих процесів, пов'язаних з виробництвом і віддачею тепла і з незалежністю властивостей матеріалу від температури, що справедливо в певному діапазоні частот і амплітуд навантаження. Істотним при виведенні цих рівнянь є також наявність рішень задачі (4) – (8) в замкнутому вигляді.

Для опису термомеханічної поведінки досліджуваних віброізоляторів такі рішення побудувати неможливо, для розрахунку полів температур в рамках кінцевоелементного аналізу використовуються чисельні методи; в зв'язку з цим доцільно прийняти критеріальне рівняння у вигляді

$$t^* = \Delta U_\partial^* \big/ D, \qquad (9)$$

де ΔU_o^* – критичне значення енергії, що дисипується в матеріалі;

t^* – час руйнування локального обсягу, визначеного значенням D' згідно (6).

При постановці завдань (4) – (9), крім зазначених вище припущень, були прийняті також наступні експериментально обґрунтовані положення:

- матеріал віброізоляторів лінійно-в'язкопружний;
- напружено-деформований стан квазістатичний, тобто всі компоненти тензорів напруг і деформацій змінюються за гармонійним законом відповідно до умов навантаження;
- коефіцієнт Пуассона – постійна величина.

Розглянемо процес прогнозування довговічності віброізоляторів з використанням енергетичного критерію руйнування. Таке прогнозування будемо вести за двома різними критеріями руйнування: з енергетичного критерію дисипативного типу і за критерієм розвитку пошкоджень в гумі; критерій по допустимої температури розігріву гуми ($T_p \leq$ 80-90 °С) в даному випадку неприйнятний, тому що температура дисипативного розігріву в поєднанні з зовнішнім температурним полем при експлуатації в умовах сучасних підприємств, наприклад, с.-г., гірничо-металургійних, будівельних та ін., набагато нижче допустимої робочої температури гуми.

Аналітичні вирази для розглянутого випадку мають вигляд:

$$\int_0^{t^*} \dot{U}_p\, dt = \int_0^{t^*} \left(\sigma_{ij}\dot{\varepsilon}_{ij}dt + \dot{\chi} - \dot{q}\right)dt; \qquad (10)$$

$$\int_0^{t^*} \dot{U}_p dt = \Delta U_p^*;$$

$$N^* = \frac{\Delta U_p^*}{0,5\left|E^*\right|\varepsilon^2\psi\left(1-\eta_T\right)f\left(x,y,z\right)}, \qquad (11)$$

де $t^* = \dfrac{2\pi}{\omega} N^*$ – час до локального руйнування віброізолятора;

N^* – кількість циклів до локального руйнування віброізолятора;

$\left|E^*\right|$ – абсолютне значення комплексного модуля пружності;

ε – відносна деформація віброізолятора;

ΔU_p^* – граничне (критичне) значення щільності енергії, що йде на руйнування гуми;

ψ – коефіцієнт дисипації енергії;

η_T – коефіцієнт, що показує яка частка енергії, що дисипується в гумі, витрачається на теплоутворення;

$f\left(x,y,z\right)$ – функція, що характеризує розподіл полів напружень і деформацій в навантаженому віброізоляторами;

$\dot{q}$ – тепловий потік;

χ – енергія зовнішнього середовища, наприклад, енергія зовнішнього теплового поля.

В даному випадку навантаження віброізолятора характеризується стаціонарним полем температур від дисипативного саморозігріву, і тому параметр η_T в першому наближенні можна прийняти незалежно від умов навантаження і температури зовнішнього середовища; його можна приймати також постійним по об'єму гуми.

При таких припущеннях критеріальне рівняння (11) для центральної області віброізолятора можна записати в більш спрощеному вигляді

$$N^* = \frac{\Delta U_p^*}{0,5\left|E^*\right|\varepsilon^2\psi\eta_p}, \tag{12}$$

де $\eta_p = 1 - \eta_T$ – коефіцієнт, що характеризує частину енергії, що йде безпосередньо на руйнування структури гуми, для гуми 2959 $\eta_p = 0,52$ [1].
Або з врахуванням

$$\eta_p = \frac{\Delta U_p^*}{\Delta U_g^*} \tag{13}$$

отримуємо

$$N^* = \frac{\Delta U_g^*}{0,5\left|E^*\right|\varepsilon^2\psi}, \tag{14}$$

де ΔU_g^* – критичне (допустиме) значення щільності енергії, що дисипується в віброізоляторах при навантаженні.

Якщо параметри гуми $\left|E^*\right|$ і ψ залежать від часу навантаження віброізолятора або від його пошкодженості, то вираз (14) можна записати у вигляді

$$N^* = \frac{\Delta U_g^*}{0,5\left|E^*(t)\right|\varepsilon^2\psi(t)} \tag{15}$$

або

$$\frac{\varepsilon^2}{2}\cdot\frac{\omega}{2\pi}\int_0^{t^*}\left|E^*(t)\right|\psi(t)\,dt = \Delta U_g^*. \tag{16}$$

Слід зазначити, що тут час до локального руйнування віброізолятора t^* ототожнюється з руйнуванням центральної області гумового масиву.

З урахуванням еволюційних рівнянь (15) і (16) для динамічного модуля пружності $E_g(t)$ і коефіцієнта дисипації енергії $\psi(t)$ вираз в (16) отримаємо у вигляді

$$E_{gк}\psi_к t^* - \frac{E_{gк}k_E\psi}{2}t^{*2} + \frac{k_\psi\left(E_{gк}-E_{gи}\right)}{k_E^2}\cdot\left[\exp\left(-k_E t^*\right)\left(k_E t^*+1\right)-1\right]+$$
$$+\frac{\psi_к\left(E_{gк}-E_{gи}\right)}{k_E^2}\left[\exp\left(-k_E t^*\right)-1\right]=\frac{4\pi}{\varepsilon^2\omega}\Delta U_g^*. \quad (17)$$

Нехтуючи останніми двома членами рівняння (17) через їхню малість, отримуємо

$$E_{gк}\psi_к t^* - \frac{E_{gк}k_E\psi}{2}t^{*2} = \frac{4\pi}{\varepsilon^2\omega}\Delta U_g^*. \quad (18)$$

Експериментальні дані й аналіз рівняння (18) показують, що основний внесок в довговічність віброізолятора вносить зміна коефіцієнта дисипації енергії. Тому прогнозування довговічності можна проводити за формулою

$$\Delta U_p^* = \frac{\eta_p\varepsilon^2 E_{gк}\left(N^*\right)}{2}\left(\psi_0 N^* - k_\psi N^{*2}\right). \quad (19)$$

Приклад. Розглянемо прогнозування довговічності віброізолятора при наступних параметрах рівняння (19): ψ_0 = 0,31; η_p = 0,52; $E_{gк}$ = 81,6 МН/м^2; $k_\psi = 0{,}083\cdot10^{-8}$ с$^{-1}$; $\Delta U_p^* = 0{,}6\ \ 10^{12}$ Дж/м^3; $\varepsilon = 0{,}3\cdot10^{-6}$ м.

При цьому величина ΔU_p^* отримана в ГЕ, досліджуваної при малих (відносний зсув γ = 0,01) деформаціях зсуву протягом більш 70000 годин циклічного навантаження, що дуже близько до умов експлуатації. Величина відносного стиску гумового елемента ε = 0,003, що відповідає максимальним амплітудам коливань корпусу змішувача [3].

При розв'язанні рівняння

$$0{,}6\ \ 10^{12} = \frac{0{,}52\ \ \left(3\ \ 10^{-6}\right)^2\ 81{,}6\ \ 10^6}{2}\left(0{,}31N^* - 0{,}083\ \ 10^{-8}N^{*2}\right)$$

отримуємо $N^* = 1{,}3\cdot10^{10}$ циклів.

При частоті навантаження 14 Гц і цілодобовій роботі (в рік $4{,}4\cdot10^8$ циклів) це відповідає приблизно 29 рокам експлуатації.

1.Як бачимо, довговічність t^* = 29 років відповідає локальній довговічності центральної області гумового масиву, і не суперечить експлуатаційним даними; в принципі довговічність до відмови може бути і більше. На практиці слід враховувати, перш за все, функціональне призначення віброізолятора.

2. Збільшення динамічної жорсткості пружної підвіски системи на $(60 \div 70)$% дає розрахункове збільшення амплітуди коливань і на $(20 \div 25)$% більш точно враховує в'язкопружні ефекти, однак збіг з експериментом спостерігається виключно в перші 3–4 роки експлуатації.

Такі розбіжності між теорією і експериментом викликані наступними обставинами: при розрахунках величина сили інерції на одиницю маси РЕ

приймалася постійною. Разом з тим, для більшості складних технічних сільськогосподарських системах в процесі експлуатації змінюються не тільки параметри пружної підвіски; внаслідок зносу рухомих елементів змінюється також ступінь їх неврівноваженості, що призводить до збільшення сили інерції на одиницю маси. Безумовно, ремонт машини призводить до зменшення цієї сили, проте в міжремонтний період вона може істотно збільшитися.

Все це, має враховуватися при проектуванні і розрахунку системи віброізоляції; яка повинна бути виконана з певним запасом, що дозволяє протягом заданого часу не виходити за межі допустимих значень навіть при відхиленні від заданих параметрів (наприклад, при зміні маси або вимушених коливань). Для цього коефіцієнт динамічності повинен бути в межах $4{,}5 \div 5{,}0$. Вже згадана система віброізоляції ГЕ спроектована саме таким чином і при зміні жорсткості віброізоляторів на $(60 \div 70)\%$ і вимушених коливаннях (за рахунок зношеності елементів змішувача), вона перебуває в межах санітарних норм і технологічних вимог близько 9 років.

3. Дисипація енергії практично не впливає на амплітуду коливань; вона впливає на частоту і на положення резонансного піку щодо вертикалі $p/\omega = 1$.

4. Дисипація енергії має незначний вплив на коефіцієнт віброізоляції η; старіння гуми суттєво збільшує η в основному за рахунок зміни співвідношення частот ω/p; відповідно зменшується і ефективність віброізоляції.

Розглянемо питання прогнозування руйнування елементів віброзахисту.

Для прогнозування локальних осередків руйнування елементів віброзахисту складних технічних сільськогосподарських систем необхідно відповідно до узагальненим алгоритмом додати такі пункти:

- визначення найбільш небезпечних областей РЕ, відповідних максимальним напруженням і температур;
- рішення критеріальних рівнянь руйнування, що зв'язують параметри руйнування в найбільш небезпечних областях згодом напрацювання до відмови.

Залежно від необхідної точності рішення таких рівнянь можна використовувати три методи:

- перший метод – *локальний* – дозволяє визначити довговічність t^* в випадкових точках (в основному в центральній області) гумового масиву (крім кутових точок);
- другий метод – *локально-усереднений*, використовує усереднені за обсягом значення дисипативної функції D, яка має вигляд

$$\overline{D} = \left\langle D(\vec{x},t) \right\rangle = \frac{1}{V}\int_V D(\vec{x},t)\,dV.$$

- третій метод передбачає дослідження кутових точок в'язкопружної системи [3].

Розглянемо конкретно кожен з перерахованих етапів розрахунку довговічності РЕ відповідно до зазначених методів.

При постійному коефіцієнті Пуассона в рамках спрощеної зв'язаної задачі термопружності основна складність полягає в побудові рішення граничної задачі теорії пружності. Розрахунок циліндричних і призматичних амортизаторів призводить до розгляду завдань, коли на торцях або двох протилежних гранях задані переміщення, а інша поверхня вільна від напружень. При таких граничних умовах компоненти тензора напружень мають особливості в кутових точках. Ця обставина різко обмежує застосовність наближених методів [2] для аналізу напруженого стану поблизу граничних поверхонь. Дослідження довговічності РЕ конструкцій передбачає повний аналіз напруженого стану, тобто облік реального розподілу напружень. Тому в узагальненому алгоритмі розрахунку довговічності прийнятий точний метод розрахунку полів напружень, розроблений в роботах [2; 4].

Відповідно до цього методу розрахунку полів напружень в гумових елементах використовуються квазістатичні рівняння Ламі, які при $\nu = \text{const}$ і відсутності масових сил мають вигляд

$$\nabla\vec{u} + \frac{1}{1-2\nu}\,\text{grad}\,\text{div}\,\vec{u} = 0, \tag{20}$$

де $\vec{u}$ – вектор переміщень;

ν – коефіцієнт Пуассона.

Метод вирішення цих рівнянь полягає в тому, що для визначення напружено-деформованого стану тіл різної форми під навантаженням використовується принцип суперпозиції. При точному задоволенні граничним умовам виникає задача про рішення нескінченних систем алгебраїчних рівнянь, які вирішуються з використанням методу поліпшеної редукції.

Вирази для переміщень і напружень записуються при цьому за допомогою рядів, які швидко сходяться і можуть дати будь-яку заздалегідь необхідну точність.

Для розрахунку полів напружень в конкретних гумових деталях необхідно знайти рішення рівнянь (20) при відповідних граничних умовах.

Конструктивно віброізолятор гумометалевий (ВГМ) являє собою суцільний гумовий циліндр з увігнутою бічною поверхнею і привулканізованими по торцях металевими дисками.

Комплекс теоретичних досліджень термомеханічного поведінки і локальної довговічності такого гумометалевого віброізолятора зводиться до визначення напружено-деформованого стану, полів температур, жорсткістних і дисипативних характеристик, прогнозування терміну служби.

Для визначення напружено-деформованого стану необхідно вирішувати крайову задачу теорії пружності практично нестисливого середовища до кінцевої області зі змішаними граничними умовами. При цьому слід враховувати, що це посилює вплив металевих пластин, які з огляду на нестисливість (або слабку стисливість) гуми породжують цілий ряд специфічних механічних ефектів навіть в області малих деформацій. Це завдання для розглянутих віброізоляторів вирішується з використанням алгоритму кінцевоелементного аналізу [3].

Отримані результати за розрахунками напружено-деформованого стану використовуються в подальшому в загальному алгоритмі при комплексному розрахунку віброізоляторів:

- розраховується жорсткість і дисипативна функція – енергетична характеристика, визначальна частина механічної енергії, розсіяна в матеріалі при заданих умовах навантаження;

- визначаються максимальні значення температур, що встановилися в масиві елемента;

- встановлюються локальні обсяги гумового масиву з максимальним значенням дисипативної функції.

Потім стосовно до цих областей визначається локальна довговічність РЕ шляхом вирішення критериального рівняння. Відповідна розрахункова схема докладно викладена раніше в [1; 3]. У цій схемі основою є енергетичний критерій руйнування – найбільш перспективний і з великими потенційними можливостями.

При використанні критерію істотним є припущення про те, що вся енергія, що дисипується в матеріалі, витрачається на два процеси: теплоутворення і руйнування. Це припущення справедливе для сталих процесів, пов'язаних з виробництвом і віддачею тепла і з незалежністю властивостей матеріалу від температури, що справедливе в певному діапазоні частот і амплітуд навантаження. Критеріальне рівняння приймається у вигляді

$$t^* = \Delta U_\partial^* \Big/ D\,, \tag{21}$$

де ΔU_∂^* – критичне значення енергії, що дисипується в матеріалі;

t^* – час руйнування локального об'єму, визначеного значенням $D.'$

Відповідно

$$D' = \frac{\omega}{2\pi}\left[2G''\left(\left|\varepsilon_z\right|^2 + \left|\varepsilon_\varphi\right|^2 + \left|\varepsilon_r\right|^2 + 2\left|\varepsilon_{rz}\right|^2\right) + \left(3K'' - 2G''\right)\Big/3\left|\varepsilon_z + \varepsilon_\varphi + \varepsilon_r\right|^2\right], \tag{22}$$

ε_z, ε_φ, ε_r, ε_{rz} – компоненти тензора деформацій, що обчислюються через переміщення u_r, u_z за формулами теорії пружності;

$$G'' = \frac{G_\partial \psi}{2\pi}, \quad 3K'' = \frac{2G''(1+\nu)}{1-2\nu},$$

G'' – динамічний модуль пружності;

ψ – коефіцієнт дисипації енергії.

При вирішенні завдань розрахунку напружено-деформованого стану і полів температур, крім зазначених вище припущень, були прийняті також наступні експериментально обґрунтовані положення: матеріал віброізоляторів лінійно-в'язкопружний; напружено-деформований стан квазістатичний, тобто всі компоненти тензорів напруг і деформацій змінюються за гармонійним законом відповідно до умов навантаження; коефіцієнт Пуассона ν – постійна величина. Збіжність результатів можна вважати задовільним, запропоновану

методику можна використовувати для прогнозування довговічності ГЕ складних технічних сільськогосподарських систем.

Отже, можемо зробити наступні висновки:

1. Важливе науково-практичне значення має розроблена методологія ризик-аналізу і методи підвищення експлуатаційної надійності сільськогосподарських машин з урахуванням конструктивно-технологічних факторів і структурної нестійкості їх ресурсолімітуючих елементів. Це дозволить в економічному плані знизити витрати на обслуговування ГЕ, в соціальному і екологічному плані – знизити рівень віброзахворювань людини-оператора і підвищити техногенну безпеку.

2. Створення науково-технічної основи технологічної безпеки складних технічних сільськогосподарських систем з урахуванням ризиків техногенного характеру отримає застосування при розробці систем захисту від інтенсивних вібраційних навантажень, шумового тиску і інших факторів ризику, які становлять підвищену еколого-техногенну небезпеку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Резиновые футеровки технологических машин / В. И. Дырда**,** Р. П. Зозуля О. Н. Хоменко, И. В. Хмель. Днипро, «Журфонд», 2016. 259 с.

2. Калганков Є. В. Особливості фрактального аналізу поверхні руйнування гумових футерівок, що працюють в умовах абразивно-втомного зносу. *Міжвідомчий збірник наукових праць «Геотехнічна механіка»* / Інститут геотехнічної механіки НАН України ім. М.С. Полякова. 2017. №133. С. 66–74.

3. Гумові футерівки рудоподрібнювальних млинів в екстремальних умовах / В. І. Дирда, Р. П. Зозуля, Л. Г. Головко, О. В. Стойко, І. В. Хміль. Дніпро: «Журфонд», 2018. 276 с.

4. Землеробська механіка / Кобець А.С., Дирда В. І., Гребенюк С. М., Сокол С. П., Пугач А. М.Дніпро: «Журфонд», 2020. 564 с.

ДЕЯКІ ПРОБЛЕМИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ТРАКТОРІВ JOHN DEERE СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ В УМОВАХ УКРАЇНИ

Черній О. А.

Кожен товаровиробник в аграрній сфері господарювання бажає, щоб техніка, яку він використовує, була надійна та довговічна. Але одного бажання, на жаль, недостатньо для досягнення цієї мети. Тенденції сьогодення характеризуються стрімкими змінами в складі машинно-тракторних парків сільськогосподарських підприємств. На сьогодні ринок енергонасичених тракторів (260–410 к. с.) України належить трійці лідерів: CNH (Case IH, NewHolland), AGCO (Fendt, Challenger, MasseyFerguson), John Deere. За підсумками 2021 року, ці корпорації впевнено контролюють біля 90% постачаємих енергонасичених тракторів даного сегменту на український ринок сільськогосподарської техніки [9].

Трактори цих компаній є універсальними колісними тракторами високої потужності класичного компонування 4к4а з передніми колесами меншого розміру, ніж задні. Трактори такої компонувальної схеми забезпечують добру маневреність машинно-тракторного агрегату за мінімальних кутових і лінійних коливань остова, мають достатній агротехнологічний і дорожній просвіт та захисні зони, необхідні для обробітку просапних культур. Ці трактори за призначенням є орно-просапними і можуть ефективно агрегатуватися як з культиваторами для суцільного обробітку ґрунту, так і з сільськогосподарськими машинами для міжрядного обробітку просапних культур, працювати з сівалками, розкидачами добрив, причепами, різними комбінованими машинами, у тому числі навішуваними на передню навіску та ін. Найбільш ефективне застосування колісних тракторів схеми 4к4а високої потужності (понад 200 кВт) на енергоємних роботах в агрегаті з широкозахватними сільгоспмашинами, плугами тощо.

Так, відповідно до статистичних даних [9], продажі нових тракторів за січень-жовтень 2021 року в Україні зросли на 79% порівняно з аналогічним періодом минулого року, а кількість проданих одиниць техніки перевищила показники аналогічних періодів 2016 та 2017 років на 23% і 26,7% , відповідно. Лідером продажів тракторів в сегменті до 100 кінських сил являється продукція Мінського тракторного заводу. В сегменті від 130 кінських сил, аграрії віддають перевагу тракторам фірми John Deere. Хоча на сьогодні зростає попит на трактори невеликих потужностей, для задоволення потреб фермерів, але все ж таки актуальними залишаються енергонасичені марки тракторів. В модельному ряді фірми John Deere такими є трактори серії 8R. Саме завдяки високим показникам надійності й довговічності, господарі на селі віддають переваги цим тракторам. Хотілось би також відмітити, що крім нових тракторів, в Україні суттєво зростає обсяг продажів техніки, яка була у використанні. І в багатьох випадках відновлення та підтримання роботоздатності такого трактора потребує великих економічних витрат. Проблем в організації техсервісної служби для надання послуг з ремонту та технічного обслуговування сучасної

сільськогосподарської техніки є багато, і вони поступово вирішуються. Але, все ж таки, керівники господарств, а також їхні інженерно-технічні служби, залишаються наодинці при вирішенні задач по підтриманню високих показників надійності свого машинно-тракторного парку.

Отже, стає актуальним розв'язання проблеми оцінювання технічного рівня тракторів вітчизняних і зарубіжних виробників. Отримання перевіреної інформації щодо надійності тракторів, у тому числі зарубіжних, дозволить потенційним покупцям такої техніки в Україні більш виважено підходити до вибору моделі при купівлі.

Виходячи з представленої статистики, найбільш поширеними в господарствах України є енергонасичені трактори марки John Deere. Об'єм цих тракторів в господарствах України буде зростати і надалі.

Проблема забезпечення надійності тракторів зазвичай вирішується комплексно на стадії проектування і в експлуатації. При цьому оцінка надійності і прийняття рішення про її достатності, здійснюється лише після закінчення деякого, іноді тривалого часу експлуатації трактора. За даними дослідників відмови через недосконаліть конструкції і технології виготовлення тракторів складають 55…65%, через порушення правил експлуатації – 35...37% від загального числа відмов [8].

В працях В. М. Забродського, Г. Е. Топіліна, Г. П. Лишко, С. Г. Стопалова, В. А. Гобермана вказується, що на практиці експлуатації машинно-тракторного парку виключно важливого значення набувають заходи, спрямовані на забезпечення експлуатаційної надійності тракторів. Забезпечення надійності – це сукупність організаційно-технічних і науково-методичних заходів, спрямованих на досягнення чи підтримання заданих показників надійності на всіх стадіях існування трактора (проектування, виробництво, випробування, експлуатація). Організаційно-технічні заходи, що забезпечують експлуатаційну надійність тракторів, включають в себе: організацію і якість виконання ТО і ремонту тракторів; коригування інтервалів обслуговування машини відповідно до умов роботи; організацію зберігання і якість очищення палива і олив; підвищення кваліфікації трактористів; організацію зберігання і консервації тракторів, тобто заходи, пов'язані з технічною експлуатацією тракторів.

Для моделювання роботи сільськогосподарського агрегату при аналізі факторів, що діють на його експлуатаційну надійність у роботі [8] пропонують використовувати наступну модель, при якій тракторний агрегат в процесі експлуатації знаходиться під впливом внутрішніх і зовнішніх факторів, які безперервно змінюються (*рис. 1*). До внутрішніх факторів (a) відносяться ґрунтово-кліматичні умови (a_1) експлуатації тракторів (агрофон, вологість, щільність, структурний і механічний склад ґрунту), що визначає витрати енергії на пересування агрегату; а також режими роботи трактора (a_2) та інші (a_i) фактори, що визначають продуктивність, витрату палива і якість виконання технологічного процесу. Зовнішні фактори (b) визначаються в основному організаційно-технічними умовами експлуатації тракторних агрегатів, зокрема виконанням правил обкатки (b_1), заправки маслами (b_2), дотриманням вимог

інструкції з технічного обслуговування (b_3), ремонту (b_4) тракторів, а також виконанням інших правил (b_i) технічної експлуатації.

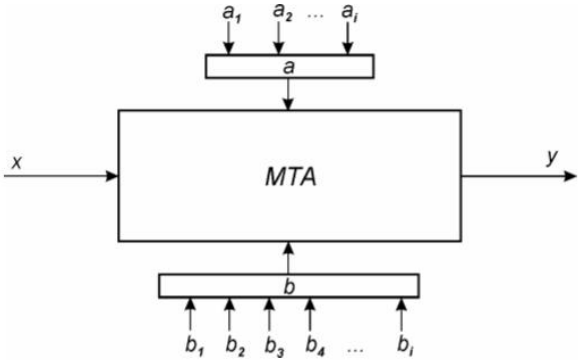


Рис. 1 Структурна схема машино-тракторного агрегата (МТА): x,y – вхідний і вихідний параметри; a, b – внутрішні та зовнішні фактори відповідно

При аналізі літературних джерел по дослідженню експлуатаційної надійності сучасної сільськогосподарської техніки було встановлено, що розподіл відказів по вузлам техніки нерівномірний [7].

Кожна система трактора знаходиться під дією всіх вказаних вище факторів (*рис. 2*). Ходова система це та частина машини, яка безпосередньо сприймає вплив внутрішніх негативних факторів, тому, незалежно від марок та моделей тракторів, значна частина відказів припадає на ходову систему [8].

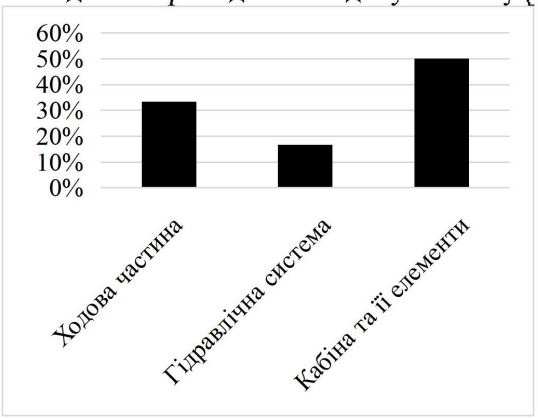


Рис. 2 Діаграма розподілу відказів по вузлам трактора в початковий період експлуатації

Збільшення напрацювання на кожен агрегат призводить до збільшення відмов, а відповідно і часу перебування техніки в ремонті, тому забезпечення надійності окремих деталей і складальних одиниць, а також тракторів та сільськогосподарських машин в комплексі має вирішальне значення. Простої таких високопродуктивних агрегатів через недостатню надійність, а як наслідок відмов, призводять до затягування агротехнічних термінів, що в кінцевому рахунку позначається на втратах врожаю.

З метою зменшення в часі інтенсивності відмов можливо введення додаткового технічного обслуговування. Використовуючи накопичений досвід, можна завжди вибрати той чи інший обсяг функціонування, який забезпечить нормальну роботу системи до чергового технічного обслуговування із заданою вірогідністю безвідмовної роботи. Або, навпаки, задавшись послідовністю обсягів функціонування, можна визначити прийнятні терміни проведення технічного обслуговування, що забезпечує роботу системи на заданому рівні надійності.

Для підвищення надійності складних технічних систем в умовах експлуатації проводять ряд заходів, які можна поділити на такі групи:

1) розробку наукових методів експлуатації;

2) збір, аналіз і узагальнення досвіду експлуатації;

3) підвищення кваліфікації обслуговуючого персоналу.

Доктор технічних наук Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка О. В. Козаченко [6] відмічає, що виходячи з того, що в підприємствах України постійно зростає кількість закордонних марок тракторів, стратегія розвитку технічного обслуговування та підвищення рівня експлуатації повинна базуватися на фірмовому обслуговуванні машин у дилерів. Основним принципом фірмового обслуговування є повна відповідальність виробників за справний стан машини на протязі всього часу її експлуатації. Європейські та американські виробники провадять свою діяльність відповідно до правила трьох S (*рис. 3.)*.

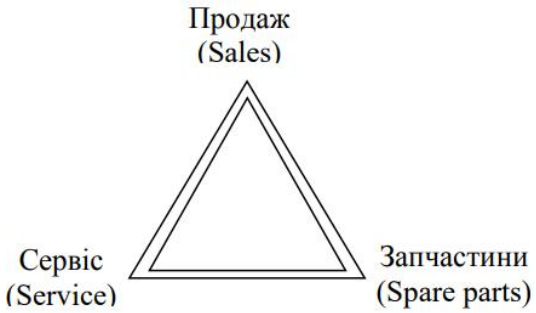


Рис. 3 Правило «трьох S»

Відповідно до правила, дилери зацікавлені в наданні цих трьох пунктів підтримки клієнтам. Враховуючи поточну ситуацію, науковий сектор для забезпечення функціонування і вдосконалення системи технічного обслуговування та ремонту машин повинен провадити дилерів та споживачів наступним:

1) Створення наукових основ для сервісного супроводження сільськогосподарської техніки;

2) Оптимізація технологій виконання обслуговуючих або ремонтних робіт;

3) Розробка центрів технологічного відновлення вузлів;

4) Удосконалення логістики задля вчасного забезпечення запчастинами;

5) Створення системи збору та обробки результатів експлуатації для

формування рекомендацій, щодо підвищення експлуатаційної надійності машин.

В протоколах випробувань «Центру випробувань техніки УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого» [12] вказуються результати експериментів на перевірку виконанням агрегату у складі трактора John Deere таких показників, як продуктивність та витрата палива. Але не вказуються результати випробувань для визначення фактичних показників експлуатаційної надійності.

Об'єктом дослідження було обрано показники експлуатаційної надійності закордонних тракторів марки John Deere 8320R при їх експлуатації в умовах України.

Предметом дослідження є вплив зносу робочої поверхні сальників передніх бортових редукторів на надійність тракторів 8320R. Цей вузол був обраний так як він є лімітуючим об'єктом в надійності всього вузла бортового редуктора.

Метою даної роботи є оцінка надійності тракторів John Deere в початковий період експлуатації в умовах України та розробка рекомендацій щодо її підвищення.

Задачі:

1) Провести збір статистичних дослідних даних по відказам тракторів John Deere 8320R.
2) Встановити взаємозв'язок між загальною надійністю машини та її конкретних компонентів, з метою знаходження лімітуючого вузла.
3) Визначити групи складності найбільш переважаючих відказів.
4) Дослідити конструкцію лімітуючого вузла та виявити переважаючий вид пошкодження деталей;
5) Провести аналіз досліджень по даній проблемі;
6) Висунути заходи по зміні як конструкції лімітучого вузла, так і по технології проведення планових ТО з метою підвищення показників експлуатаційної надійності.
7) Провести та спланувати експеримент з метою визначення дієвості запропонованого способу підвищення надійності проблемного вузла.
8) Зробити висновки по результатам дослідження запропонованого рішення.

Статистична інформація про відкази тракторів John Deere 8R отримана в офіційного дилера техніки John Deere в південному регіоні України ТОВ «Агротек-Інвест». Дослідження націлені на визначення фактичних показників безвідказності тракторів марки John Deere серії 8R при їх експлуатації в умовах України.

Трактор загального призначення John Deere 8320R спроектований кращими інженерами з урахуванням діючих стандартів та інноваційних сільськогосподарських технологій. Робочі можливості трактора розширені за рахунок застосування кращої в своїй категорії гідросистеми високої вантажопідйомності, що реалізує повноцінний паралельний гідропривід задньої і передньої навіски [1].

Ця модель агрегатується з фірмовим робочим обладнанням і широкозахватних продуктивними сільгоспмашинами інших тракторних брендів (*рис. 4)*.



Рис. 4. Загальний вигляд трактора John Deere 8320R

Технічна характеристика

Незважаючи на приналежність до категорії потужної тракторної техніки, John Deere моделі 8320 при вазі понад 10 тонн характеризується більш ніж помірними габаритними розмірами, високою прохідністю і ефективною маневреністю (*табл. 1*). Довжина і висота машини в межах 6,22 х 3,28 і шириною 3,48 м не перешкоджає руху на стандартних автомобільних шляхах з твердим покриттям.

Таблиця 1

Основні технічні характеристики трактора John Deere

Модель	**John Deere 8320R**
Двигун	John Deere PowerTech PSS, турбонаддув, дизель, з охолодженням всмоктуємого повітря та рідинним охолодженням двигуна
Потужність, к. с. (кВт)	320 (235)
Паливний бак, л	719
Вантажопід'ємність навіски, кг	9562/11762
Коробка передач, вперед/назад	16/4
Розмір коліс, передні/задні	380 / 80R38
	480 / 80R50
Колісна база, мм	305
Кліренс, мм	500
Габарити, мм довжина×ширина×висота	6220 x 3480 x 3280
Вага, кг	14828

Визначення частоти появи відказів в початковий період експлуатації тракторів John Deere 8320R

Інформація про наявні відмови техніки John Deere 8R була надана офіційним дилером техніки John Deere в південному регіоні України ТОВ «Агротек-Інвест». ТОВ Дилерські центри ТОВ «Агротек-Інвест» розташовані в Дніпропетровській, Запорізькій, Херсонській і Донецькій областях України.

Дилерські центри Агротек розташовані в 4 регіонах України: Дніпропетровській, Запорізькій, Донецькій, і Херсонській областях. Географія надання послуг сервісу і поставок запчастин охоплює 80% України, включаючи також Київський, Полтавський, Кіровоградський, Одеський і Вінницький регіони [13].

Розрахунок необхідної і достатньої кількості тракторів та напрацювання для дослідження їх на надійність проводився при відповідній довірчій ймовірності $\gamma = 0,9$.

Прийнято план випробувань на надійність [NMT]. Цей план передбачає, що випробуванню підлягають N кількість об'єктів, відказавші під час випробування об'єкти відновлюються, закінчуються дослідження при досягненні напрацювання Т. Для даного плану вихідними даними являються:

- число об'єктів спостережень N, шт;
- тривалість спостережень Т, мото-год.

Для визначення мінімального обсягу спостережень задавалися початковими даними, що вказують на точність отриманих результатів:

- довірчу ймовірність приймали $\gamma = 0,9$;
- граничну відносну похибку - $\delta = 0,15$.

Розподіл відказів за апріорними даними відповідатиме закону Вейбулла-Гнєденка. [2, с. 34]

Користуючись довідковими таблицями, визначено мінімальну кількість об'єктів, які необхідно поставити на випробування $N_{min} = 32$. [2, с. 35] Прийнято $N = 40$.

Згідно формули, довготривалість спостереження становитиме [2, с. 40]

$$T = \frac{X \cdot \overline{T}}{N} = \frac{114 \cdot 588,2}{40} = 1676 \ мото\text{-}год.,$$

де: Т– довготривалість спостереження, мото-год.;

N– кількість об'єктів спостережень, шт.;

Х– припускаєма величина, відношення довготривалості спостереження Т до оцінюємого показника надійності.

Величину Х визначено в припущенні, що розподіл відказів підпорядковується закону Вейбулла-Гнєденка. При $\gamma = 0,9$ та $\delta = 15$ прийнято значення $X = 114$ [2, с. 40]

Кількісне значення довготривалості спостережень Т заокруглюють до ближчого значення ряда R80. Виходячи з цього, прийнято значення $T = 2200$ мото-год.

З представленої бази даних відказів техніки John Deere ТОВ «Агротек-Інвест», виокремлено групу машин у кількості 40 шт. Напрацювання дослідних тракторів близьке до значення 1676 мото-год. Відкази тракторів з вибірки розподілено по групам складності, які поділяються на:

1) Перша група складності – це відмови, що усуваються ремонтом або заміною деталей, що розташовані зовні складових одиниць та агрегатів, без розбирання останніх. А також відмови що потребують позачергового проведення ТО-1 або ТО-2.

2) Друга група складності – це відмови, що усувають заміною або ремонтом легкодоступних складальних одиниць та агрегатів (або їх деталей), а також відмови для усунення яких необхідно розкриття внутрішніх порожнин основних агрегатів без їх розбирання або позачергового проведення операцій ТО-3.

3) Третя група складності – це відмови, для усунення яких необхідне розбирання та розчленування основних агрегатів.

Виконано групування статистичних даних. Максимальне значення вибірки $X_{max} = X_n = 2200$. Мінімальне значення вибірки $X_{min} = X_1 = 80$. Варіаційний розмах даних $R = X_{max} - X_{min} = 2120$. Розраховано інтервальний варіаційний ряд. Він не повинен бути надто громіздким і зберігати при цьому всі характерні властивості вибірки. Ширину інтервалу Δ визначено за формулою Страджерса.

$$\Delta = \frac{R}{1+3{,}322\lg N} = \frac{2120}{1+3{,}322\ \lg 40} = 335{,}33 \approx 335 мото-год$$

Результат округлено до найближчого цілого числа. При цьому кількість отриманих інтервалів не повинна бути менше 7. Прийнято Δ = 335 мото-год.

За початок першого інтервалу прийнято величину 0 мото-год. і крок інтервалу 335 мото-год. Заносимо дані *в табл. 2*, відповідно до приналежності до інтервалу того чи іншого відказу. Також приймаємо до уваги групи складності відказів, що виникли в процесі експлуатації машини.

Таблиця 2

Інтервальний варіаційний ряд відказів тракторів

Номер інтервалу	Інтервал напрацювання, мото-год	Число машин в інтервалі	Число відказів всіх машин в інтервалі, Σ mi	Число відказів по групах складності		
				1-а	2-а	3-а
1	до 335	39,28	18	7	11	
2	335-670	30,71	21	13	8	
3	670-1005	22,7	16	9	7	
4	1005-1340	14,91	9	5	4	
5	1340-1675	12,19	4	2	2	
6	1675-2010	4,72	4	2	2	
7	2010-2345	0,91	-	-	-	
Всього			72	38	34	

Для наочного зображення отриманих даних побудована гістограма кількості відказів по групам складності відповідно до інтервалів (*рис. 5)*.

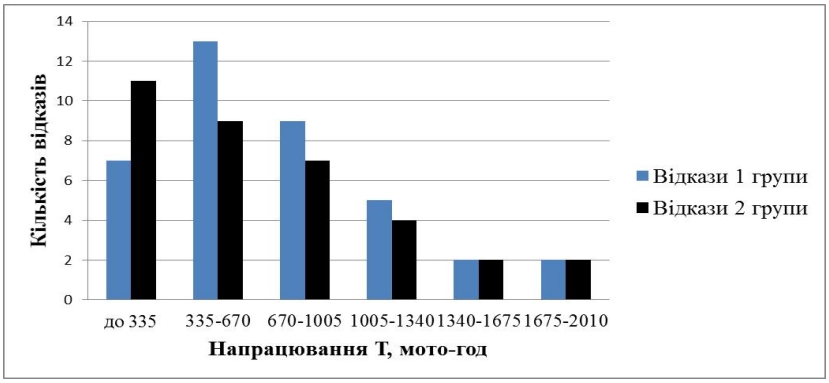


Рис. 5 Кількість відказів тракторів John Deere 8320R по групам складності за напрацюванням

З наведеної гістограми (*рис. 5*) видно, що в початковий період експлуатації існує значне перевищення кількості відказів другої групи складності над першою. Виявлення вузла або системи, в якій виникають відкази другої групи складності, може дати інформацію про елемент, який володіє низькою надійністю і таким чином знижує цей показник і для всієї машини.

Для цього був зроблений розділ по часткам для кожної несправності в об'ємі відповідної групи складності (*рис. 6*).



Рис. 6 Частки відказів в загальному об'ємі відказів 1 групи складності

В своїй загальній кількості серед відказів першої групи складності (рис.6), неможливо виокремити відкази, які б мали вагомий вплив на загальну надійність машини. Протилежна ситуація має місце з відказами другої групи складності, представлені на *рис. 7.*

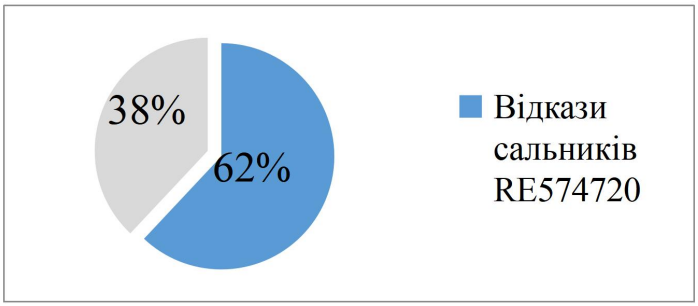


Рис. 7 Частка відказів сальників RE574720 в загальному об'ємі відказів 2 групи складності

Дана діаграма підтверджує, що за всією наявною кількістю відказів другої групи складності, серед вибірки в 40 тракторів переважаючим є відказ сальника переднього бортового редуктора RE574720 (*рис. 8*).



Рис. 8 Відказ сальника RE574720

Характеристика сальника RE574720 переднього бортового редуктора. Сальник RE574720 типу В1 має стандартну будову характерну для радіальних ущільнень (рис. 9). Він складається з металевого каркасу, кільцевої спіральної пружини та гумового ущільнення. Металевий каркас додає жорсткість ущільненню, а пружина забезпечує контакт кромки манжети з валом з питомим тиском $P_к$ = 0,02-0,04 МПа.

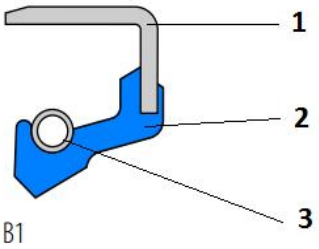


Рис. 9 Розріз досліджуваного сальника RE574720
1 – металевий каркас; 2 – ущільнюючий елемент; 3 – силовий елемент (пружина).

Сальники типу В1 застосовуються для ущільнення зазорів валів, що працюють в мінеральних оливах, мастилах на її основі, воді, дизельному паливі, при коловій швидкості до 20 м/с, при надмірному тиску до 0,05 МПа, який може виникати під час роботи в бортових редукторах, внаслідок нагрівання мастила та при можливому радіальному битті вала.

Конструкція ущільнення. Сукупне радіальне зусилля ущільнюючої кромки визначається навантаженням самого еластомеру, а також навантажувальним зусиллям пружини. Величина радіального зусилля залежить від деформації і еластичності гумового матеріалу, геометрії ущільнюючої кромки і зазору між валом і ущільненням. Зовнішня поверхня може бути або плоскою, або хвилеподібною, яка в обох випадках поміщається в посадочне отвір класу ISO H8.

Металевий каркас. Головною функцією металевого каркаса є забезпечення жорсткості й міцності ущільнення. Він не може бути підданий осьовим навантаженням. Для забезпечення можливості опору осьовим навантаженням потрібна спеціальна конструкція. Каркас зазвичай виготовляється з холоднокатаної листової сталі. Умови навколишнього середовища можуть бути причиною використання інших матеріалів, таких як латунь або нержавіюча сталь.

Браслетна пружина. Коли гума піддається впливу тепла, навантаження або хімічного впливу, вона втрачає свої первинні властивості. Це призводитиме до зменшення сили притискання кромки сальника до поверхні вала. Тому, функцією браслетною пружини є підтримка радіального зусилля. Зазвичай застосовується пружинна сталь. Якщо потрібно стійкість до корозії, використовується нержавіюча сталь. Пружини з бронзи або подібних матеріалів не рекомендовані, внаслідок того, що вони мають тенденцію до втоми після тривалого терміну служби або в результаті дії високих температур [11].

Матеріали ущільнюючої кромки. Вимоги до матеріалу повинні брати до уваги робочі умови і призначення ущільнення.

Деякі з вимог, пов'язані з робочим середовищем, включають:

- хорошу хімічну стійкість;
- хорошу стійкість до тепла і мінусовій температурі;
- хорошу стійкість до озону і погодних умов.

Функціональні вимоги включають:

- хорошу стійкість до зношування;
- низьку фракцію;
- низьку ЗДС (залишкову деформацію стиску);
- добру еластичність.

До того ж, цінове питання визначає можливість застосування необхідної функціональності. Жоден з існуючих на сьогоднішній день матеріалів не задовольняє всім цим вимогам. Тому, вибір матеріалів завжди є компромісом між відносними перевагами обраних факторів.

Типи і позначення матеріалів:
- нітрильний каучук (NBR);
- акрілатний каучук (ACM);
- силіконовий каучук (VMQ);
- фтористий каучук (FPM);
- гідрований нітрильний каучук (HNBR) (*табл. 3*).

Подальші удосконалення нітрильну каучуку привели до створення так званого гідрованого нітрильного каучуку (HNBR). Тепло- і озоностійкість істотно поліпшені. Цей матеріал може замінити акрилатний каучук і в деяких випадках також фтористий каучук. Для того, щоб відповідати широкому переліку вимог, що пред'являються до ущільнень, були розроблені спеціальні стандартні композиції для кожного типу каучуку. Також доступні інші композиції, які створені для певних екстремальних умов [11].

Таблиця 3

Рекомендовані матеріали для виготовлення ущільнень

Матеріали для ущільнення		Бутадієн-нітрильний каучук	Фтористий каучук	Поліак-рилатний каучук	Силіконовий каучук	Гідрований нітрильний каучук
		Абревіатура матеріалу				
		NBR	FPM	ACM	VMQ	HNBR
		Максимально допустима постійна температура (˚С)				
Мінеральні основи	Моторні оливи	100	170	125	150	130
	Транмісійні оливи	80	150	125	130	110
Негорючі гідравлічні рідини	Масляно-водяна емульсія	70	-	-	60	70
	Розчини на основі води	70	-	-	-	70
	Безводні рідини	-	150	-	-	-
Інші	Паливні оливи	90	-	-	-	100
	Вода	90	100	-	-	100
	Лужні розчини	90	100	-	-	100
	Повітря	100	200	150	200	130

Дослідний сальник оснащений браслетною пружиною для кращого контакту ущільнювальної кромки. Недоліком такої конструкції сальника є відсутність додаткової ущільнювальної кромки, яка б захищала його від дії абразивних часток навколишнього середовища.

Монтажне місце встановлення сальника RE574720 переднього бортового редуктора наведено на *рис. 10*.

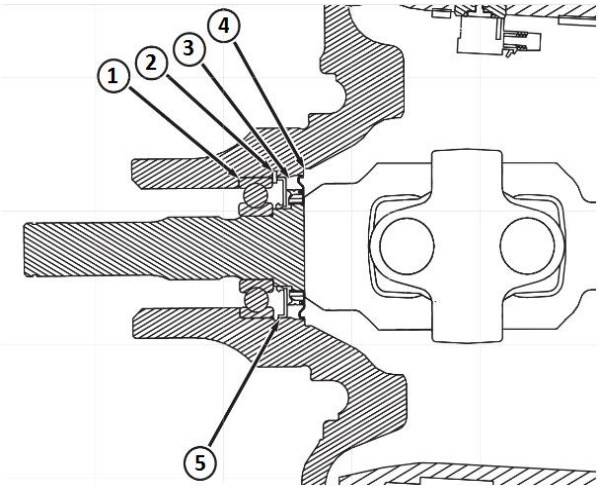


Рис. 10 Місце встановлення сальника RE574720 передньої бортової передачі трактора John Deere 8320R:
1 - кульковий підшипник; 2 – стопорне кільце; 3 – пильник; 4 – оливовідбивач; 5 - сальник RE574720

Недоліком представленої вище конструкції бортового редуктора є те, що приводний хвостовик має тільки одну опорну точку в підшипнику 1 (*рис. 10*). Дана посадка вала призводить до його коливань в роботі і переміщенні в герметизуючій площині сальника 5. Однією з особливостей ущільнення бортового редуктора є те, що окрім робочої ущільнювальної кромки, даний елемент має передню робочу площину. Передня робоча площина утворюється в місці контакту герметизуючого пильника з передньою поверхнею сальника (*рис. 11*). Пильник запобігає потраплянню експлуатаційний забруднень (абразивних часток) в зону контакту ущільнювальної кромки сальника з валом приводу переднього колеса, завдяки чому досягається підвищення надійності роботи робочої кромки сальника в тяжких експлуатаційних умовах.

Таким чином, нормальна робота сальника бортового редуктора може бути забезпечена лише при нормативній роботі двох вказаних вище спряжень деталей. Якщо хоча б одне спряження виходить з ладу, проявляються несправності пов’язані з втратою герметичності вузла.

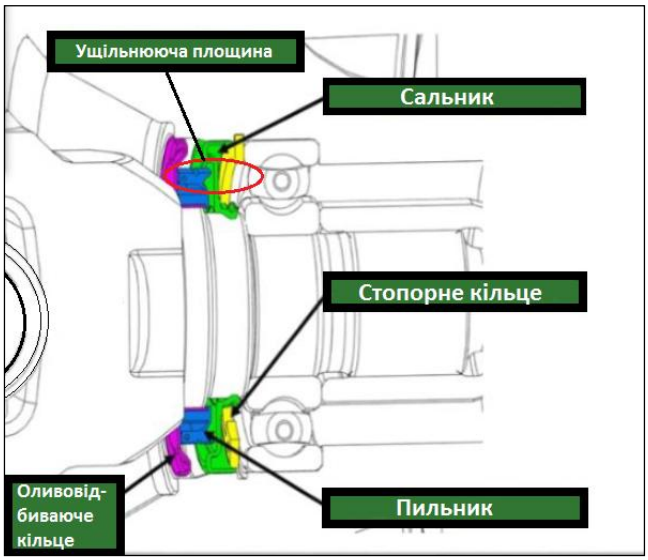


Рис. 11 Герметизуюча пара: передня поверхня сальника – пильник

Визначення показників надійності сальників RE574720. Для дослідження надійності сальників прийнято план [NUN] з вихідними даними:

- довірча ймовірність - 0,8;
- гранична похибка - 0,15;
- закон розподілу Вейбулла-Гнєденка.

Кількість об'єктів за довідковими таблицями становитиме N_{min} =15 шт. [2, с. 33].

Отже, дослідження проводимо за планом [NUN] з загальною кількістю об'єктів 19 шт (при мінімальній кількості 15 шт). Режими випробувань за місцем проведення будуть являтися експлуатаційними.

Складено інтервальний статистичний ряд емпіричного розподілу напрацювання сальників RE574720 передніх бортових передач до відказу.

Таблиця 4

Інтервальний статистичний ряд напрацювання сальників RE574720 передніх бортових передач до відказу

Межі інтервалів, мото-год.	Середини інтервалів, T_{ci}, мото-год.	Частоти, m_i	Частості, m_i/N	Накопичені частості, $\Sigma m_i/N[Fe(t)]$
до 234	117	5	0,2632	0,2632
234-468	351	8	0,4211	0,6842
468-702	585	2	0,1053	0,7895
702-936	819	2	0,1053	0,8947
936-1170	1053	1	0,0526	0,9474
1170-1404	1287	1	0,0526	1

По інтервальному ряду побудовано полігон та гістограму частостей розподілу напрацювання сальників RE574720 передніх бортових передач до відказу.

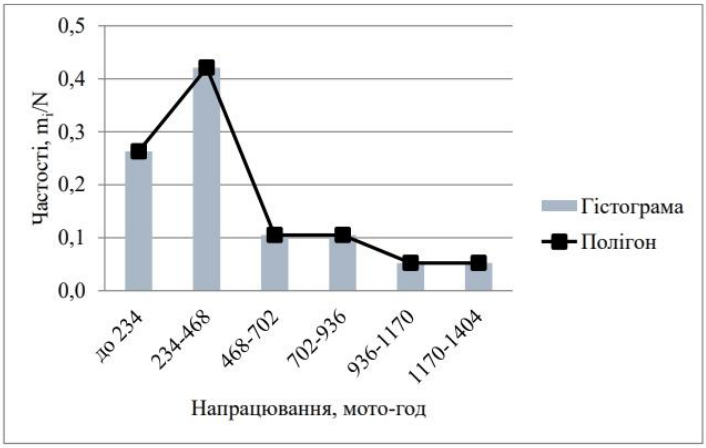


Рис. 12 Гістограма та полігон частостей розподілу напрацювання сальників RE574720 передніх бортових передач до відказу

Масив дослідних даних характеризується наступними показниками:

- середнє напрацювання на відказ $t = 449,5$ мото-год;
- коефіцієнт варіації $\upsilon=0,64$;
- середнє квадратичне відхилення σ = 287,6 мото- год;

$$\sigma = \frac{t}{\nu} = \frac{449,5}{0,64} = 287,6\, мото-год$$

Прийнято гіпотезу, що виникнення відказів сальників підпорядковано закону Вейбулла-Гнєденка, так як $\upsilon=0,64>0,33$ [2, с. 32].

Коефіцієнти розподілу Вейбулла-Гнєденка становитимуть: B = 1,6; $C_в$ = 0,574; $K_в$ = 0,897.

Параметр розмірності «a»:

$$a = \frac{\sigma}{C_B} = \frac{287,6}{0,574} = 501\, мото-год$$

Теоретична інтегральна функція розподілу F(t) по закону Вейбулла-Гнєденко має вид:

$$F(t) = 1 - \exp\left[\left(\frac{T_{Bi}}{a} \right)^b \right],$$

де: a – параметр розмірності теоретичного розподілу;
b – параметр форми теоретичного розподілу;
$T_{вi}$ – поточне значення напрацювання.

Значення функції F(t) по кожному із часткових інтервалів відповідно T_{Bi} (верхня границя часткового *i*-го інтервала) визначено по додатку 7 [3]. При чому верхні границі часткових інтервалів беруть з поправкою на величину $t_{зм}$. Тоді T_{Bi} для першого часткового інтервалу буде дорівнювати T_{Bi}=1,0 тис. мото-г. З додатка 7 [3] відповідно для b= 2,24 та $\frac{T_{bi}}{a} = \frac{1}{2,52} = 0,397$ можна встановити методом подвійної інтерполяції, що F(t) = 0,122. Аналогічно визначають значення F(t) для всіх часткових інтервалів ряду розподілу T_1.

Результати визначення значень функції F(t) подають у вигляді *табл. 5*.

Таблиця 5

Визначення значень функції F(t) по часткових інтервалах у випадку розподілу Вейбулла-Гнєденко

Параметри	Граничні інтервали ($t_з$ урахуванням $t_{зм}$) тис. мото-г.					
	До 234	234-468	468-702	702-936	936-1170	1170-1404
T_{Bi}	234	468	702	936	1170	1404
T_{Bi}/a	0,4672	0,9343	1,4015	1,8686	2,3358	2,803
$x = (T_{Bi}/a)^в$	0,2959	0,897	1,7161	2,7192	3,8859	5,2022
e^{-x}	0,7439	0,4078	0,1798	0,0659	0,0205	0,0055
$F(t) = 1- e^{-x}$	0,2561	0,5922	0,8202	0,9341	0,9795	0,9945

Інтегральні функції напрацювання сальників RE574720 передніх бортових передач трактора 8320R до відказу за емпіричними та теоретичними даними представлено на *рис. 13*.

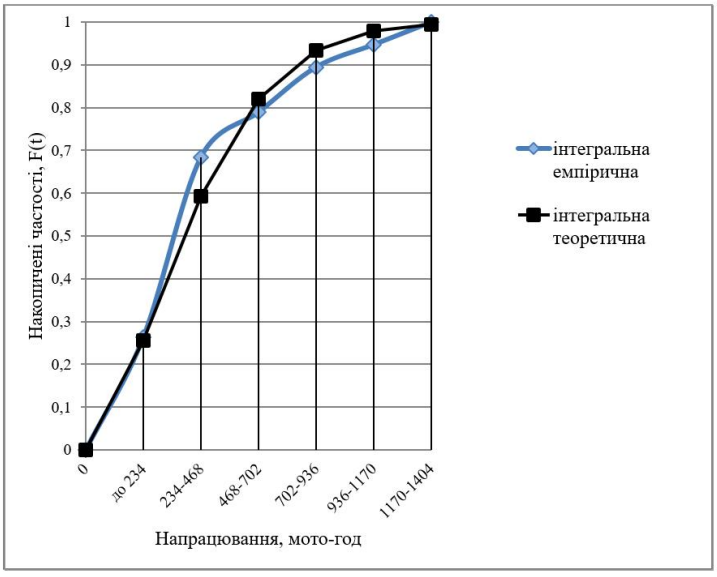


Рис. 13 Інтегральні функції напрацювання сальників RE574720 передніх бортових передач до відказу

Перевірка відповідності між теоретичним законом та емпіричним розподілом напрацювання сальників RE574720 передніх бортових передач до відказу виконувалася за критерієм згоди λ А.М. Колмогорова. Так як Р(λ) більше прийнятого рівня значущості β = 0,1, то прийнята гіпотеза про можливість узгодження закону Вейбулла-Гнєденко з емпіричним розподілом напрацювання не відкидається (*табл. 6).*

Таблиця 6

Визначення максимального відхилення значень теоретичної та емпіричної інтегральної функції

Границі часткових інтервалів, мото-год.	до 234	234-468	468-702	702-936	936-1170	1170-1404
Верхня границя інтервала T_{Bi}, мото-год.	234	468	702	936	1170	1404
$F(t_i)$	0,2561	0,5922	0,8202	0,9341	0,9795	0,9945
$F_I(t_i)$	0,2632	0,6842	0,7895	0,8947	0,9474	1
$D= \|F_I(t_i)-F(t_i)\|$	0,0071	0,092	0,0307	0,0394	0,0321	0,0055

Як виходить *з табл. 6,* $Д_{max}$ = 0,092. Отже, розрахункове значення критерія відповідно $\lambda = Д_{\max} \cdot \sqrt{N} = 0{,}092 \cdot \sqrt{19} = 0{,}401$.

Для λ = 0,401 по додатку 8 [3] знаходимо значення $P(\lambda)$ = 0,9972. Оскільки значення $P(\lambda)$ більше прийнятого рівня значущості β = 0,1, то прийнята гіпотеза про можливість узгодження розподілу Вейбулла-Гнєденко з емпіричним розподілом напрацювання сальників до першого відказу не відкидається.

Визначено границі довірчого інтервалу розсіювання середнього значення напрацювання до відказу ($\overline{T}$) для розподілу Вейбулла-Гнєденка за залежностями:

$$T_H = \hat{\overline{T}} \sqrt[b]{r_2};$$

$$T_B = \hat{\overline{T}} \sqrt[b]{r_1},$$

де: r_1 та r_2 – коефіцієнти Вейбулла, які визначаються в залежності від α та N [2, с. 71] .

$$T_H = 449{,}5 \sqrt[1,6]{0{,}77} = 381{,}75 \, мото-год;$$

$$T_B = 449{,}5 \sqrt[1,6]{1{,}37} = 547{,}2 \, мото-год.$$

Таким чином, із ймовірністю 0,8 можна стверджувати, що значення середнього напрацювання сальників RE574720 передніх бортових передач трактора John Deere 8320R до відказу буде знаходитись в інтервалі від 381,75 мото-год. до 547,2 мото-год.

При обробці статистичної та інформації про характер відмови було виявлено, що розглянутий вузол втрачає щільність по причині спрацювання герметизуючої пари: площина сальника – пильник (*рис. 14*). Втрата герметичності може виникати, як при початковому напрацюванні (*рис. 14 а*), так як спрацювання проходить не рівномірно пильник здійснює нерівномірний тиск на площину сальника, що може спричиняти деформування та зміщення сальника в посадочному місці, так і при напрацюванні вище 550 мото-год, коли пильник наскрізь прорізає робочу площину сальника (*рис. 14 б).*



Рис. 14 Знос робочої площини сальника під дією пильника: а- знос сальника в початковому періоді напрацювання; б- «перерізання» каркасу сальника внаслідок абразивного зносу

Несправність даного типу має місце не тільки в умовах України, а і в інших агрокліматичних умовах. Відповідно до таблиці 6, можемо бачити, що відкази сальників бортового редуктора трактора John Deere 8320 R спостерігаються в таких країнах: Китаї, Бразилії, Австралії, Італії, США та ін. (*табл. 7, рис. 15*).

Таблиця 7

Статистика відказів сальника RE574720 по всьому світу

Країна	К-сть відказів
США	15
Австралія	30
Іспанія	1
Бразилія	40
Туреччина	1
Польща	1
Італія	45
Німеччина	4
Франція	2
Китай	36



Рис. 15 Статистика відказів сальника RE574720 по всьому світу

Методика досліджень робочих поверхонь сальника. Для дослідження фізичних характеристик зносу ущільнення бортового редуктора дослідними

зразками слугують ущільнення заводської конструкції, пара тертя (гума – метал) (*рис. 16 а*) та ущільнення вдосконаленої конструкції пара тертя (гума – фторопласт-4) (*рис.16 б).*



а) б)

Рис. 16 Дослідні зразки: а - стандартної конструкції, б - удосконаленої конструкції

Дослідний зразок вдосконаленої конструкції має додаткову накладку з фторопласту-4, яка з'єднана з робочою площиною сальника, таким чином змінюється пара тертя між пильником і сальником.

Матеріал фторопласт-4 (Ф-4, політетрафторетилен) використовується для виготовлення деталей ущільнювального і антифрикційного характеру, в тому числі і в вузлах тертя працюючих без мащення.

Основні характеристики фторопласта-4 відповідно до ГОСТ 10007-80:

Щільність: 2,18-2,21 г / $см^3$.

Міцність при розриві незагартованого зразка: не менше 23-27 МПа (для марки Т - 15 МПа).

Руйнівне напруження при згині: 10,7-13,7 МПа.

Руйнівне напруження при стискуванні: 11,8 МПа.

Ударна в'язкість: 125 кДж / $м^2$.

Твердість за методом вдавлення кульки: 29,4-39,2 МПа.

Модуль пружності при розтягуванні: 410 МПа.

Модуль пружності при стисненні: 686,5 МПа.

Максимальна робоча температура при експлуатації: 260 ° С.

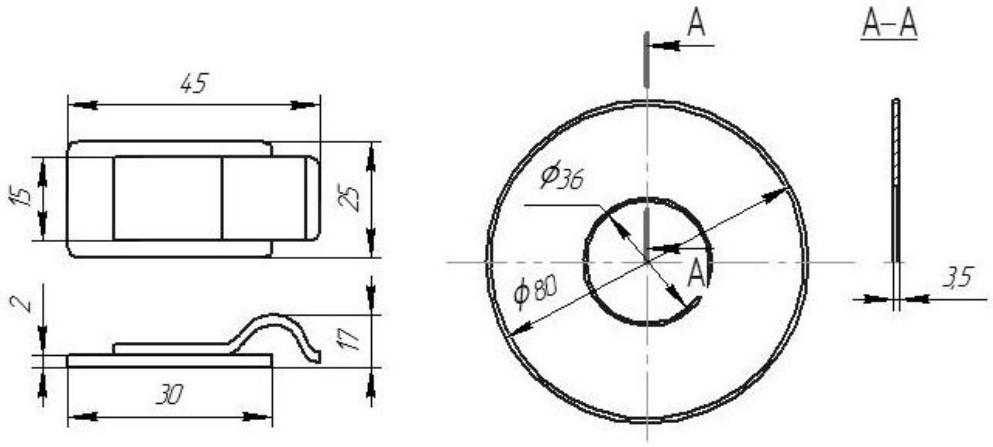
Мінімальна робоча температура при експлуатації: -269 ° С.

Коефіцієнт тертя по сталі: 0,04 [26].

Фторопласт-4 знайшов своє застосування в авіабудуванні, в нафтопереробній промисловості, вагонобудуванні та конструкціях різних гідравлічних циліндрів та їх ущільнень.

Дослідження на спрацювання поверхні сальника проводилися на машині тертя МИ-2 та відповідно до ГОСТ 426-77 «Метод визначення опору стиранню при ковзанні». Деталі ущільнення закріплювались в рамках-тримачах приладу імітуючи реальну роботу захисного пильника.

Для закріплення дослідних зразків до рамки застосовувались спеціально розроблені тримачі (*рис. 17 а*) для кріплення пильника, для кріплення сальника – шайба (*рис. 17 б*).



а) б)

Рис. 17 Розроблені тримачі:
а - для кріплення пильника; б - шайба для кріплення сальника

Схема кріплення ущільнювальної пари (сальник-пильник) до машини тертя за допомогою розроблених тримачів-лапок зображена на *рис. 18:*

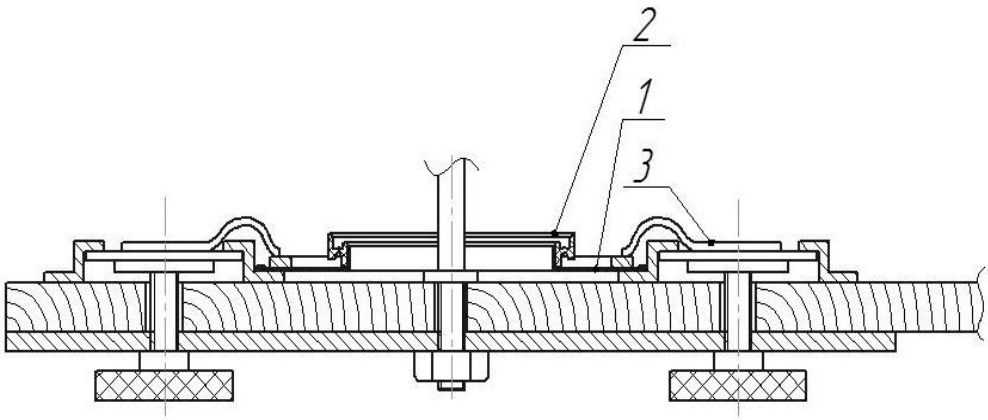


Рис. 18 Схема монтажу пильника до машини тертя МИ-2:
1 – оливовідбиваюче кільце; 2 – пильник; 3 – кріпильні тримачі.

Випробування проводились при нормальній силі на два зразки, яка дорівнює 26 Н (2,6 кгс).

Схема приладу типу МИ-2 для визначення опору стиранню при ковзанні приведена на *рис. 19.*

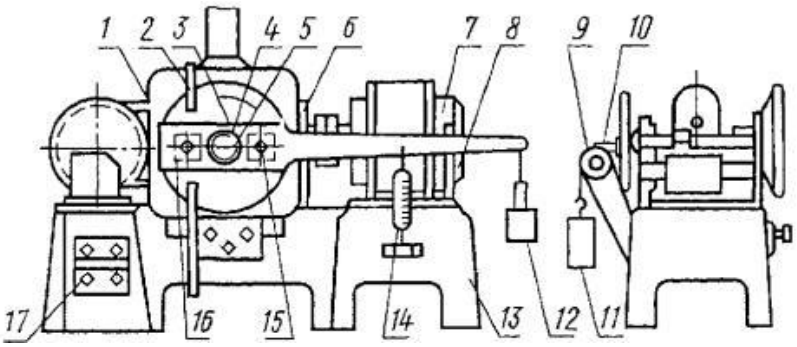


Рис. 19 Схема приладу МИ-2:
1 - кожух; 2 - повітропровід; 3 – нерівноплечий важіль; 4 - диск; 5 - порожнистий вал; 6 - редуктор; 7 - електромотор; 8 - скоба; 9 - ролик; 10 - вантажний стрижень; 11 – постійний вантаж; 12 – зрівноважуючий вантаж; 13 - станина; 14 - динамометр; 15 - гвинти; 16 - рамка-тримач; 17 - вимикач

На станині 13 (*рис. 19*) укріплений електромотор 7, який через редуктор 6 приводить в обертання порожнистий вал 5 з диском 4. На диску за допомогою шайби і гайки закріплюють шліфувальну шкурку. Диск обертається у вертикальній площині. Нерівноплечий важіль 3 несе на собі дві рамки-тримача 16, в яких за допомогою гвинтів 15 закріплюються зразки. Товщина рамки повинна бути не менше 1 мм. На важелі закріплений вантажний стрижень 10, який проходить через порожнистий вал 5 і служить для притискання важеля із зразками до диска. Відстань між центром кожного зразка і віссю стрижня дорівнює 6,8 см. Притискання здійснюється постійним вантажем 11, підвішеним до стрижня за допомогою троса, перекинутого через ролик 9. Довге плече важеля 3 має отвори для підвішування зрівноважуючого вантажу 12, який утримує його у рівновазі. Визначення сили тертя проводиться динамометром 14. До робочої частини диска підведений повітропровід, на загнутих кінцях якого з боку, зверненої до диску є отвори діаметром 1 мм для обдування стисненим повітрям поверхні тертя (*рис. 20)*. Відстань трубки з отворами до диска дорівнює 20–25 мм. Отвори розташовані під кутом 45 ° до робочої поверхні диска назустріч його руху. Диск поміщений в кожух з вивідний трубкою, що з'єднується з системою витяжної вентиляції. Для зупинки машини є кінцевий вимикач, який спрацьовує через певне число оборотів диска [5].

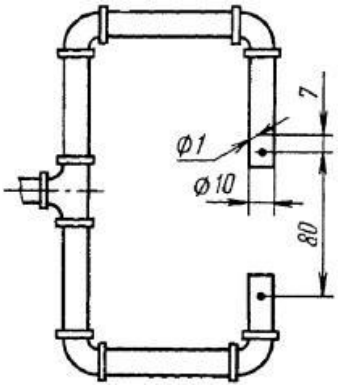


Рис. 20 Повітропровід до приладу

Для моделювання процесу спрацювання під час випробування застосовувалася змазка Grease Gard, яка закладається в порожнину утворену пильником та сальником. Інтенсифікація випробування досягається застосуванням абразивного матеріалу «Електрокорунд 14А» відповідно до ГОСТ 28818-90. Електрокорунд 14А у вигляді порошку отримують з бокситів

методом відновної плавки в електропечах з подальшим подрібненням. Цей матеріал, в порівнянні з іншими електрокорундовими, найбільш часто застосовують в промисловості, а особливо в дослідженнях на зносостійкість в машинах тертя типу СМЦ. Щільність матеріалу – 3.85-3.95 г / см^3, мікротвердість – 18,9-19,6 ГПа. Концентрація абразивних часток в мастильному матеріалі 3 +/- 0,5% по масі. В маркуваннях позначається як 12А, 13А, 14А, 15А, 16А.

Введення фіксованої маси абразивного матеріалу в ущільнювальну зону між пильником та сальником проводилося кожну годину випробування для імітації реальних умов експлуатації машини в роботі.

Результати випробувань (*рис. 21–25*).

Випробовування сальника при його нормальній роботі в абразивному середовищі з мастилом.

Коефіцієнт тертя (μ) розраховувався по формулі:

$$\mu = \frac{F}{2600} = \frac{909,54}{2600} = 0,3498$$

де F – сила тертя, г;

N – нормальна сила, 2600 г.

Силу тертя, яка діє на зразок (F) в г, розраховують по формулі:

$$F = 6,2 \cdot (P_1 + P_3) = 6,2 \cdot (105 + 41,7) = 909,54\ г$$

де P_1 – середнє значення сили, яка додається до довгого плеча важеля для врівноваження крутного моменту, створюваного тертям зразків по поверхні стирання, (г);

P_3 – постійна приладу,(г).

Оцінку зносостійкості дослідних зразків при випробуваннях по методам групи А відповідно до ГОСТ 23.224-86 визначають за середньою для випробуваних зразків інтенсивністю зношування, яку визначають за формулою:

$$I = \frac{W}{L}, мм / м$$

де W – лінійне спрацювання зразка, мм;

L – шлях тертя даного зразку, відповідно спрацюванню W,м

Шлях L визначаємо з формули:

$$L = V_{пил} \cdot t, м$$

де $V_{пил}$ – лінійна швидкість пильника відносно сальника на радіусі ущільнювальної кромки;

t – час випробування, с. Випробування тривали 5 год = 216000 с.

$$V_{пил} = \omega \cdot r_{пил}, м / с$$

де ω – кутова швидкість обертання машини тертя, за технічними характеристиками 4,6 с$^{-1}$ [5];

$r_{пил}$ – радіус ущільнюючої кромки пильника, $r_{пил}$ = 0,041 м.

Лінійна швидкість пильника відносно сальника становила:

$$V_{кол} = 4,6 \cdot 0,041 = 0,189 \, м/с$$

Шлях тертя: $L = 0,189 \cdot 216000 = 40824 \, м$

Інтенсивність зношування:

$$I = \frac{0,25}{40824} = 0,061 \cdot 10^{-4} \, мм/м,$$

Випробовування сальника з фторопластовою накладкою при його нормальній роботі в абразивному середовищі з мастилом

Коефіцієнт тертя (μ) становить:

$$\mu = \frac{F}{2600} = \frac{797,94}{2600} = 0,3069$$

де F – сила тертя, г;

N – нормальна сила, 2600 г.

Силу тертя, яка діє на два зразка (F) в г, становить:

$$F = 6,2 \cdot (P_1 + P_3) = 6,2 \cdot (87 + 41,7) = 797,94 \, г$$

Інтенсивність зношування вдосконаленої конструкції сальника

$$I = \frac{0,05}{40824} = 0,0122 \cdot 10^{-4} \, мм/м,$$

Отже, інтенсивність зносу робочої поверхні вдосконаленого сальника в 4 рази менше інтенсивності зносу базового варіанта сальника.



Рис. 21 Дослідження сальника на стирання при його роботі в абразивному середовищі



Рис. 22 Заміри величини зношування за 5 год роботи в абразивному середовищі

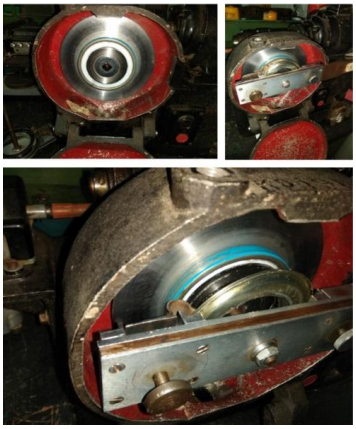


Рис. 23 Дослідження сальника з антифрикційною накладкою на стирання при його роботі в абразивному середовищі



Рис. 24 Заміри величини зношування сальника з антифрикційною накладкою за 5 год роботи в абразивному середовищі.

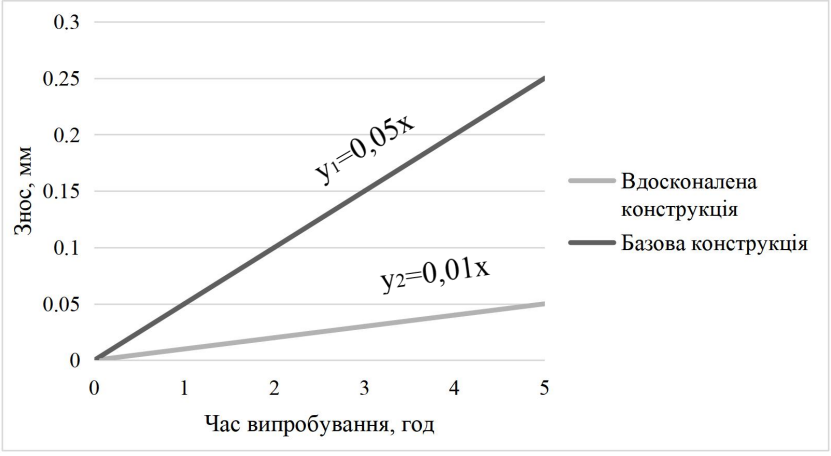


Рис. 25 Залежності зносу досліджуваних сальників

У результаті дослідження було отримано наступні висновки та розроблено пропозиції:

1. Було проведено збір статистичних дослідних даних по відказам тракторів John Deere 8320R в початковий період експлуатації в умовах України. Який дав змогу оцінити показники експлуатаційної надійності закордонної техніки в господарствах України.

2. Встановлений взаємозв'язок між загальною надійністю машини та її конкретних компонентів. За даними експлуатації та розрахунків лімітуючим надійність трактора вузлом є сальник передніх бортових редукторів, відказ якого належить до другої групи складності. Середній наробіток на відказ даного вузла становить t = 449,5 мото-год.

3. При обробці статистичної інформації було виявлено, що розподіл відказів сальників переднього бортового редуктора підпорядковується закону Вейбула – Гнєденка, а довірчий інтервал становить від 381,75 мото-год. до 547,2 мото-год, в якому з ймовірністю 80% знаходиться середнє напрацювання на відказ. Це дає змогу стверджувати, що висока ймовірність відказу сальників знаходиться в проміжку між ТО 350 мото-год та ТО 600 мото-год. [10]. Виходячи з цього, для запобігання появи відказу та втраті роботоздатності машини в період експлуатації, пропонується включити операцію заміни сальників RE574720 передніх бортових редукторів в перелік основних робіт при проведенні трактору ТО 350 мото-год.

4. Проведені експерименти підтвердили дієвість запропонованого способу удосконалення конструкції сальника, шляхом заміни пари тертя. Для підвищення надійності ущільнення, рекомендовано встановлювати додаткову накладку з фторопласту-4, яка з'єднана з робочою площиною сальника. Інтенсивність зносу сальника з антифрикційною накладкою в 4 рази менша від сальника базової конструкції. Це сприятиме підвищенню довговічності вузла ущільнення і, як наслідок, зменшення економічних витрат господарства на підтримання техніки в роботоздатному стані при збереженні виконання сільськогосподарських робіт тракторним агрегатом у встановлені агротехнічні строки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Latifundist–Агротек [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://latifundist.com/kompanii/332-agrotek. Загол. з екрану (Дата звернення: 26.05.2022).

2. Армашов Ю. В., Охмат П. К. Випробування сільськогосподарської техніки на надійність: Навчальний посібник Дніпропетровськ: Дніпропетровський державний аграрний університет, 2002. 219 с.

3. Армашов Ю. В., Охмат П. К. Надійність сільськогосподарської техніки: Навчальний посібник. Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2008. 208 с.

4. Дирда В. І., Черній, О. А., Жидик О. Дослідження експлуатаційної надійності тракторів John Deere серії 8320R в умовах України. *Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету*. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Вип. 30. Кропивницький: КНТУ, 2017. С. 3–9.

5. Дирда В. І. Особливості розрахунків гумометалевих елементів з урахуванням ефекту об'ємного стиску / В. І. Дирда, Є. В. Калганков, І. М. Цаніді, О. А. Черній, О. В. Толстенко, О. Д. Деркач, О. С. Кабат. *Міжвідомчий збірник наукових праць інституту геотехнічної механіки ім. М. С. Полякова НАНУ*. Геотехнічна механіка. Вип. 138. Дніпро: Інтеграл, 2018. С. 160–168.

6. Козаченко О. В. Перспективи розвитку технічного обслуговування і ремонту машин. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. Харків, 2011. Вип. 94. С. 5–7.

7. Лебедєв С. А., Пипченко А. Н. Експлуатаційна надійність шасі тракторів серії ХТЗ-160. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. Харків, 2013. Вип. 114. С. 58–68.

8. Лебедєв С. А., Вишняк В. Ю. Оцінка надійності трактора при відхилені від правил експлуатації. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. Харків, 2010. Вип. 80. С. 54–66.

9. МТЗ захватив майже дві третини ринка нових тракторів в Україні. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.abw.by/novosti/commercial/224193. Загол. з екр. (Дата звернення: 10.02.2022).

10. Періодичність проведення технічних обслуговувань трактора John Deere 8320R [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://serviceadvisor.deere.com/WebSA/manuals/-omre573879/09001faa802a2b91. Загол. з екр. (Дата звернення: 26.05.2022).

11. Полімерні матеріали – Опис і марки полімерів [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.polymerbranch.com/catalogp/view/10.html&viewinfo=2 Загол. з екр. (Дата звернення: 26.05.2022).

12. Протокол №01-23-2016 Функціональні випробування. Фокус тест. Трактор John Deere 8345R. Продуктивність та витрати палива [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.ndipvt.com.ua/focus_tests/John_Deere-8345R_quality.pdf. (Дата звернення: 26.05.2022).

13. Трактор John Deere 8320r – Тандем потужності і комп'ютерного інтелекта [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://agromania.com.ua/traktor-john-deere-8320r-tandem-moshhnosti-i-kompyuternogo-intellekta/. Загол. з екр. (Дата звернення: 26.05.2022).

ОБҐРУНТУВАННЯ ФАЗ РОЗПОДІЛУ ПОВІТРЯ ВАКУУМНОГО НАСОСА ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ДОЇЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

Дудін В. Ю.

Ротаційні пластинчаті вакуумні насоси знайшли широке використання в складі вакуумних систем доїльних установок. Поруч із потужними агрегатами, які обслуговують великі підприємства з виробництва молока, дана конструкція застосовується і в індивідуальних доїльних установках, призначених для малих приватних ферм. При цьому питомі показники ефективності роботи ротаційних вакуумних машин – коефіцієнт відкачування та питома енергоємність залишаються на досить низькому рівні. Основним параметром, що закладаються на стадії розробки насоса, який суттєво впливає на вказані показники, є фази розподілу повітря. Невірно обрані фази розподілу повітря, а це форма та розташування вікон, негативно впливають на робочий процес насоса, його зовнішні характеристики.

У зв'язку із цим теоретичні та експериментальні дослідження фаз розподілу повітря вакуумного насоса і зняття його індикаторної діаграми є актуальним питанням.

1 Аналіз конструкцій та огляд робіт з досліджень ефективності роботи вакуумних насосів

У молочному скотарстві застосовуються різноманітні схеми і конструкції вакуумних агрегатів, основною складовою яких є вакуумні насоси. В технологічному процесі машинного доїння найбільш поширення набули механічні ротаційні вакуумні насоси, так як їх техніко-технологічні параметри відповідають техніко-економічним вимогам, які ставляться до доїльних установок.

Переважаюча більшість індивідуальних доїльних установок укомплектовано вакуумними системами, аналогічними до промислових, в яких використовуються два типи насосів: водокільцевий вакуумний насос (*рис. 1*) та пластинчатий ротаційний вакуумний насос (*рис. 2*).

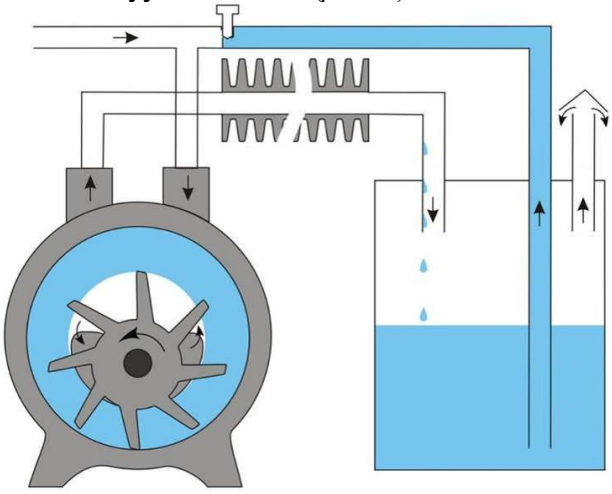


Рис. 1 Схема водокільцевого вакуумного насоса

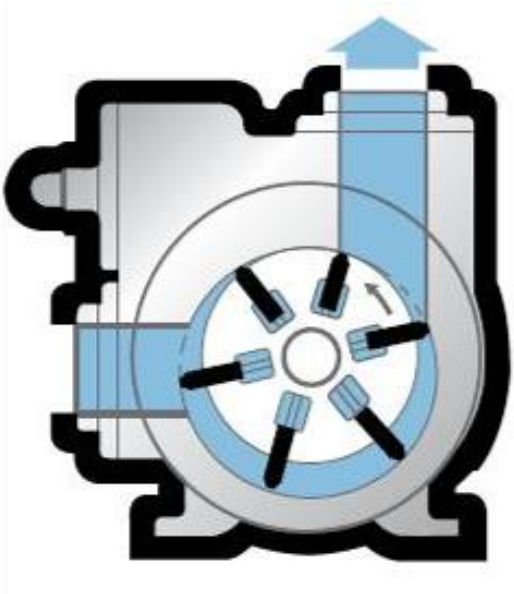


Рис. 2 Схема пластинчатого ротаційного вакуумного насоса

Перший тип насосів знайшов застосування в установках УІД-10, УІД-20, АІД-01, АІД-2, УДІ-5, УДІ-5-01, УДІ-5ТК, УДІ-6, ODS-1B, ODS-1KN, ODS-2S-01, ODS-2-10 (*табл. 1*).

Таблиця 1

Технічні характеристики індивідуальних доїльних установок з різними типами вакуумних насосів

Показник	Марка доїльної установки та країна походження								
	Україна				Європа				
	УІД-10	УІД-20	УДП-1	АД - 1001	ITEK GMBH	De Laval	Deatek	S.A.C.	Melotte
Кількість доїльних апаратів, шт.	1	2	1	1	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
Тип доїльного апарата	2/3	2/3	2	2	2*	2*	2	2*	2*
Тип насоса**	ВК	ВК	РМ	РМ	ВК	РБ	ВК	ВК	РБ
Кількість корів	до 10	до 20	до 16	до 12	до 20	до 20	до 20	до 20	до 20
Продуктивність***, корів/год	8	12	8	8	8/12	8/12	8/12	8/12	8/12
Робочий вакуум, кПа	47 ± 1	48 ± 1	48 ± 1	48 ± 1	50 ± 1	52 ± 1	51 ± 1	48 ± 1	48 ± 1
Встановлена потужність, кВт	0,75	0,75	0,75	0,55	0,75	0,75	0,75	0,75	0,55

Примітки: * доїльні апарати з попарною дією доїльних стаканів; ** ВК – водокільцевий насос, РМ – ротаційний зі змащенням мастилом, РБ – ротаційний без змащення; *** продуктивність при доїнні однієї корови протягом 6 хв.

Ще один тип насосів, який заслуговує на увагу, є двороторний вакуумний насос (*рис. 3*), який знайшов використання в вакуумних системах доїльних установок промислового типу: наприклад всі доїльні установки фірми Bou Matic (США) укомплектовані насосами марки Air Star DSL саме цього типу.

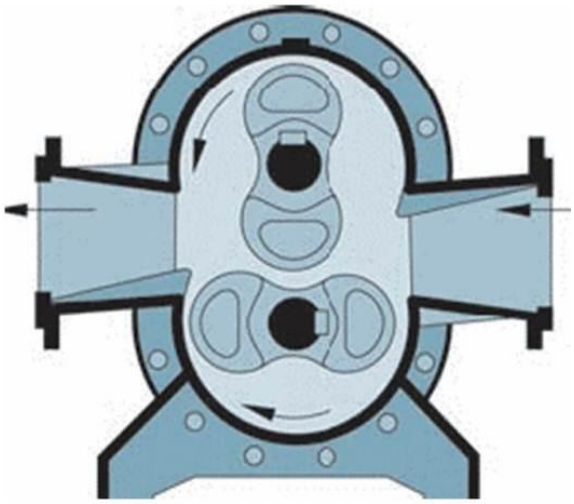


Рис. 3 Схема двороторного вакуумного насоса

Водокільцеві вакуумні насоси відрізняються значною об'ємною продуктивністю, простотою конструкції і надійністю в роботі (*рис. 1*). Вони не мають всмоктуючого і випускного клапанів, у них немає розподільчого механізму, відсутні металеві поверхні тертя та не потрібно мастило під час роботи. Проте достатня надійність в роботі забезпечується лише за певних умов експлуатації. Зокрема, вони вимагають додаткових пристроїв для подачі робочої рідини, можуть працювати лише при плюсовій температурі навколишнього повітря. Недоліками водокільцевих насосів є низький механічний ККД (0,48–0,52) через значні гідравлічні витрати в рідинному кільці (75–80%), нестійкий режим роботи і високі експлуатаційні витрати на одиницю питомої продуктивності. Крім того, вони мають високі витрати потужності при вакуумі до 45 кПа [6; 8].

У деяких господарствах нашої країни знаходять застосування двороторні вакуумні насоси (*рис. 3*) [7]. Вони мають два поршні (ротора), що обертаються, з двома або трьома ущільнюючими лопатями, що переносять повітря від всмоктуючого до нагнітального вікна між двома сусідніми циліндрами. Різновидом двороторних вакуумних насосів є також гвинтові насоси. Істотним недоліком насосів цього типу є те, що вони не можуть працювати ефективно при високих тисках через великі внутрішні перетікання повітря. Ці насоси енергоємні, оскільки на робочі органи постійно діє повний перепад тиску нагнітання, їх відрізняє невеликий адіабатичний ККД і шум високої частоти, який викликається перервами в процесі всмоктування і нагнітання повітря.

Проведені дослідження і літературні джерела свідчать [5; 8], що з усіх типів ротаційних вакуумних насосів, призначених для доїльних установок, кращі показники (*табл. 2*) мають ротаційні вакуумні насоси пластинчатого

типу з ексцентричним розташуванням ротора *(рис. 2)*. Це пояснюється досить високою продуктивністю, простотою конструкції, низькою вартістю насоса, незалежністю від природно-кліматичних умов. Дія насоса цього типу базується на зміні об'єму робочої камери, що відсікається пластинами при обертанні ротора, який розташовано ексцентрично в корпусі насоса. Пластини можуть мати радіальне або тангенціальне (похиле) розташування.

Таблиця 2

Показники роботи вакуумних насосів

Тип вакуумного насоса	Механічний ККД	Об'ємний ККД	Питома енергоємність, кВт·год/м^3
Ротаційний пластинчатий	0,80-0,90	0,3-0,4	0,06-0,08
Водокільцевий	0,48-0,52	0,4-0,7	0,33-1,22
Двороторний (Рутса)	0,70-0,80	0,6-0,8	0,64-0,82

Пластинчаті ротаційні вакуумні насоси мають механічний ККД, який характеризує відношення індикаторної потужності до потужності на валу насоса, рівний 0,8–0,9. Насоси цього типу добре урівноважені, при досить великих обертах створюють менші пульсації вакууму і мають невеликі габаритні розміри і масу. Вони складаються з меншої кількості деталей, в них немає всмоктуючих і нагнітальних клапанів. Крім того, їх відрізняє спрощена схема розподілу повітря. Для ротаційних вакуумних насосів не потрібно масивні фундаменти, оскільки вони мають плавний, з мінімальною вібрацією, характер роботи. Ці насоси більш рівномірно відкачують повітря і більш швидкохідні.

Збільшення продуктивності доїльних установок із застосуванням великого числа доїльних апаратів (понад 20) привело до створення нових високопродуктивних, досконаліших вакуумних насосів ротаційного типу різної продуктивності: РВН-100, РВН-200, РВН-0,65, РВН-40/350, РВН-25, РВН-40С і вакуумних установок ДПР-3Г, УВ-45, УВУ-45/60.

Насоси цих марок відрізняються один від одного розташуванням ротора в корпусі, перерізом впускного і випускного патрубків, розташуванням вікон в корпусі, частотою обертання ротора, матеріалом пластин, кріпленням приводу на рамі, геометричними розмірами, масою і дійсною продуктивністю, зокрема насоси РВН-200, РВН-40С, РВН-0,65, РВН-25 мають верхнє розташування ротора в корпусі насоса, РВН-40/350 – нижнє, ДПР-3Г, УВ-45, УВУ-60, УВУ-90 – бічне.

Характерною особливістю вакуумних насосів, що випускаються зарубіжними фірмами, є їх невелика продуктивність. Силові агрегати призначені для двох-чотирьох доїльних апаратів. Установка всіх вузлів і агрегатів не вимагає великих витрат праці і часу. У нашій країні, в період розвитку приватного господарства, розробка таких установок особлива актуальна.

Більшість ротаційних вакуумних насосів зарубіжних фірм мають бічне або нижнє розташування ротора. Залежно від необхідної продуктивності,

насоси випускають різної потужності з різним режимом і частотою обертання ротора, але, незважаючи на це, вони мають досить високий рівень уніфікації. Наприклад, англійська фірма «Гаскойн» випускає ротаційні вакуумні насоси чотирьох модифікацій, що відрізняються довжиною циліндрів і роторів. Що ж до діаметрів циліндрів і роторів, розмірів пластин (крім довжини), то вони залишаються однаковими для усіх моделей насосів цієї фірми.

Основні характеристики та питомі показники ротаційних пластинчатих вакуумних насосів доїльних установок різних типів представлені в *табл. 3.*

Таблиця 3

Показники роботи ротаційних пластинчатих вакуумних насосів

Показник	Марка насоса											
	РВН-200	РВН-0,65	РВН-40/350	СУ	ДПР-3Г	РВН-25	УВ-45	РВН-40С	УВД 10.000	DeLaval VP 76	DeLaval VP 14	SACCO 350
Геометрична продуктивність Qг, $м^3$/год	104	127	112	112	82	63	116	122	146	100	27	н/д
Паспортна продуктивність Q, $м^3$/год	37	40	40	40	28	25	45	40	60	42	12	13,5
Споживана потужність N, кВт	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	1,7	2,8	2,8	4,0	2,2	0,6	0,75
Маса, кг	120	36	68	68	30	25	38	37	42	28	13	9,3
Коефіцієнт подачі λ	0,36	0,31	0,36	0,36	0,34	0,40	0,39	0,33	0,41	0,42	0,42	-
Питома енергоємність q, кВт-год/$м^3$	0,08	0,07	0,07	0,07	0,10	0,07	0,06	0,07	0,07	0,05	0,05	0,06

Що стосується недоліків пластинчатих ротаційних вакуумних насосів, то це, в першу чергу, наявність поверхонь тертя, які потребують змащення. При цьому мастило викидається у атмосферу, погіршуючи ще й екологічність насоса. Крім того, вони мають низький коефіцієнт відкачування та високу питому енергоємність, що, вочевидь, пояснюється втратами повітря (через перетікання) та витратами енергії на подолання тертя.

Поступове зниження в процесі роботи продуктивності ротаційних пластинчатих вакуумних насосів відбувається внаслідок зношування основних деталей і, як наслідок, – збільшення внутрішніх радіальних і торцевих перетікань повітря. У новому насосі торцеві перетікання переважають над іншими внутрішніми перетіканнями і доходять до 50–60% [10], але в міру приробітку відбувається істотне зростання частки радіальних перетікань, вони стають визначальними.

Розглянемо причини збільшення перетікань газу. Всмоктування, стиск і нагнітання газу, у насосів даного типу, здійснюється при зміні об'ємів камер, що складаються із ексцентрично розташованого ротора, пластин, корпуса і кришок насоса. Герметичність камер з торця забезпечується малими зазорами між ротором і бічними кришками, у радіальному напрямку – пластиною, яка під дією відцентрової сили притискається до корпусу насоса. Їхнє зношування відбувається в результаті тертя ковзання контактуючих поверхонь, при цьому, залежно від умов, може спостерігатися сухе, граничне і напіврідинне тертя [10].

Після виходу на робочий режим, пари тертя насоса працюють в умовах напіврідинного тертя. Цьому виду тертя характерно одночасна наявність рідинного і граничного змащення. При такому виді тертя рідкий масляний шар місцями витісняється, і відбувається контактування поверхонь тертя. У точках контакту поверхонь спостерігається більш інтенсивне зношування, ніж в місцях розділених шаром змащення, пластини починають зношуватися нерівномірно і поверхня тертя набуває хвилястого характеру, при цьому зменшується площа контакту в парі тертя, ростуть питомі навантаження і температура, що додатково інтенсифікує процес зношування. Крім того, необхідно відзначити, що мастило, переважно, подається в насос з боку торцевих кришок інжекційним способом, внаслідок чого, розподіл змащення по довжині статора насоса відбувається нерівномірно, особливо в перехідних режимах (пуск-зупинка) роботи насоса. Це приводить до нерівномірного зношування пластин, їх перекошування в пазу ротора та заїдання.

Ще одна причина підвищеного зношування деталей насоса – пил, що засмоктується разом з повітрям, а також продукти зношування; це приводить до виникнення абразивного тертя. Абразив, потрапляючи на масляну поверхню, прилипає до неї, а в деяких випадках і в'їдається в неї, у результаті чого в зоні контакту відбувається задирання поверхонь тертя. Найбільше це стосується корпусу, бічних кришок і пластин насоса, на робочій поверхні яких утворюються риски та задири, що приводять до зниження щільності спряжень. Підвищена температура в парі тертя сприяє висиханню і розшаруванню пластин. Певний вплив на інтенсивність зношування мають і окисні процеси – під впливом навколишнього середовища відбувається утворення оксидних плівок, які легко руйнуються в процесі тертя, а потім виникають знову. При цьому найбільший знос мають пластини, як по висоті, так і по довжині.

Таким чином, із усіх деталей насоса найбільший вплив на його продуктивність мають пластини. Підвищуючи термін служби пластин, можна значною мірою збільшити термін служби самого насоса. Для підвищення їх зносостійкості застосовуються різні конструкційні і технологічні методи. Так фірма «Мілкмейсте» виготовляє насоси із пластинами з фібра, спеціально обробленими в термоактивній смолі. Такі пластини мало зношуються по висоті і товщині та стійкі до розшаровування. Ряд фірм (Альфа-Лаваль, Сенн і ін.) застосовують пресовані графітові пластини високої міцності. Однак, використання таких матеріалів обмежено через дві причини: досить високий знос графітових пластин та їх низька стійкість до динамічних навантажень, яка призводить до механічного руйнування під час перехідних режимів роботи

насоса (пуск, зупинка). Тому наробіток таких пластин досить низький, що потребує їх частої заміни. Крім того, застосування графітових пластин передбачає високі вимоги до якості виконання поверхні статора, а це призводить до збільшення вартості його виготовлення. В цьому розрізі альтернативою графітовим матеріалам можуть виступити вуглепластики – полімерні композиційні матеріали на основі різного типу в'яжучих, армовані вуглецевим волокном. На сьогодні багато сучасних полімерних композиційних матеріалів спеціального призначення стали доступними для використання в різних галузях машинобудування.

Враховуючи вищесказане, розроблено ротаційний пластинчатий вакуумний насос (*рис. 4*) [9], що містить циліндричний корпус 1 з робочою порожниною 2, вхідний штуцер 3, розміщений на валу 4 ексцентрично циліндричному корпусу 1 ротор 5 з пластинами 6 виготовленими із вуглепластика на основі фенол-формальдегідного в'яжучого наповненого вуглецем волокном, та розташованими в пазах 7 ротора 5 з можливістю вільного переміщення в них. Пази 7 ротора 5 зміщені відносно осі обертання ротора 5 і розташовані під прямим кутом відносно один одного, а периферійна частина пластин 6 має фаску 8, яка виконана за напрямом обертання ротора і якою пластина 6 прилягає до робочої порожнини 2 циліндричного корпусу 1. Циліндричний корпус 1 має вихідний штуцер 9.

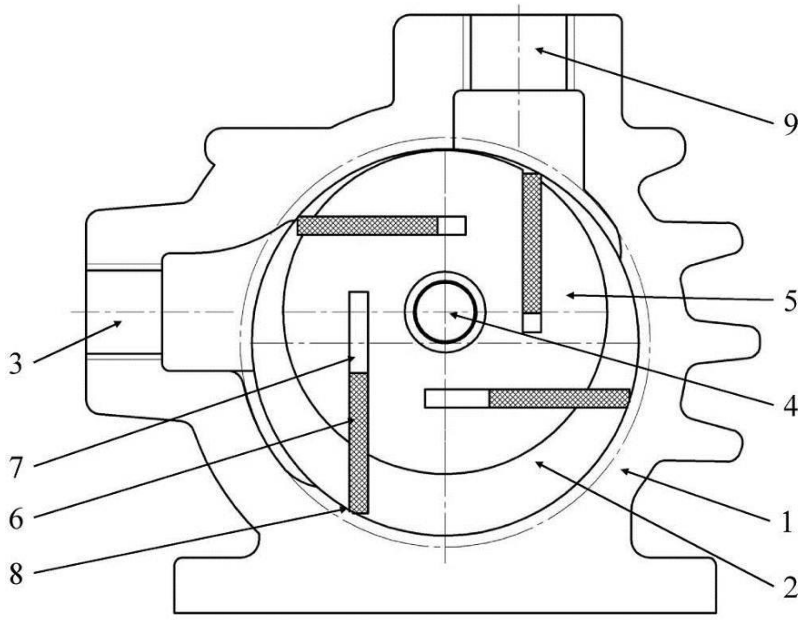


Рис. 4 Схема розробленого пластинчатого роторного вакуумного насоса

На основі огляду конструкцій ротаційних пластинчатих вакуумних насосів можна виділити ряд факторів, які впливають на показники ефективності його роботи (*табл. 4*).

Таблиця 4

Аналіз факторів, які впливають на конструкційно-технологічні параметри ротаційного пластинчатого вакуумного насоса

Параметр	Складові параметру	Фактор	Показник
Конструкційний	геометричні параметри	діаметр статора D; діаметр ротора d; ширина ротора L; кут нахилу пластин ψ	продуктивність, енергоємність, габарити
	фази розподілу повітря	розташування та розміри всмоктуючого і випускного вікон	продуктивність, енергоємність, пульсації вакууму
	якість складання	торцеві (радіальний) зазори між ротором і кришками (статором)	продуктивність, енергоємність, ресурс
	матеріали	матеріал пластини	енергоємність, ресурс, обслуговування, екологічність
Технологічний	технічні характеристики	частота обертання ротора n	продуктивність, енергоємність
	технологічні потреби	величина вакууму в системі p	продуктивність, енергоємність

Як видно з *таблиці 4*, до геометричних параметрів вакуумного насоса слід віднести розміри його основних складових, які утворюють робочу камеру комірки. Крім наведених вище, до геометричних параметрів, які суттєво впливають на продуктивність насоса, слід віднести фази розподілу повітря (розміщення впускних випускних вікон, їх розміри) та зазори між ротором та кришками (торцевий зазор), ротором та статором (радіальний зазор). Якщо перший фактор напряму пов'язаний з геометрією насоса, його параметри закладаються на стадії проектування, то другий в цілому залежить від якості виготовлення окремих деталей та якості наступного збирання. Як свідчать літературні джерела, на долю внутрішніх перетікань припадає приблизно 60% втрат об’ємної продуктивності насоса.

Режимні параметри насоса – частота обертання ротора та робочий вакуум. Обидва ці параметри впливатимуть на продуктивність насоса як прямо, так і через проміжні фактори – зміну об’єму внутрішніх перетікань в насосі.

Для оцінки досконалості конструкції ротаційних машин рядом авторів використовуються поняття дійсного, теоретичного та ідеального ротаційних компресорів. У дійсних ротаційних машинах робочий процес залежить від витікань, теплообміну, гідравлічних втрат, защемлень газу і т. п. Теоретичним вважають компресор, повністю ідентичний з дійсним, але відмінний від останнього відсутністю зазорів між основними робочими частинами. Ідеальним називають компресор без защемлених об’ємів, без витікань, без втрат тиску в органах розподілу при всмоктуванні і нагнітанні. З урахуванням цих понять розглянемо робочий процес ротаційного пластинчастого вакуумного насоса. На сьогодні в більшості своїй в доїльних установках застосовуються ротаційні вакуумні насоси, які виконують із невеликою кількістю пластин (до чотирьох).

У цих конструкціях, внаслідок значного перепаду тисків в суміжних робочих камерах, виникають великі втрати від перетікань газу. Перетікання збільшуються, якщо дійсний режим вакуумного насоса не відповідає розрахунковому, тобто високий коефіцієнт відкачування та низька енергоємність забезпечуються лише тоді, коли дійсна індикаторна діаграма наближена до розрахункової, що в свою чергу залежить від правильного визначення фаз розподілу повітря. Таким чином, дійсна індикаторна діаграма ротаційного вакуумного насоса визначає ступінь досконалості його конструкції.

У зв'язку із цим теоретичні та експериментальні дослідження фаз розподілу повітря вакуумного насоса і зняття його індикаторної діаграми є актуальним питанням.

Що стосується теоретичних досліджень, то вивченню ефективності роботи вакуумних насосів при машинному доїнні присвячені роботи багатьох вітчизняних і зарубіжних учених. У більшій частині цих робіт розглядаються питання дослідження існуючих конструкцій вакуумних насосів, оцінки надійності їх деталей і вузлів. Частина праць присвячена експериментально-теоретичному дослідженню насосів. У них відзначається, що найбільш важливим показником оцінки роботи вакуумного насоса є його подача. Вона в загальному вигляді представляється виразом:

$$Q = 60 \cdot F_k \cdot L \cdot n \cdot z \cdot \lambda \quad , \text{ м}^3/\text{год.}, \qquad (1)$$

де F_k – площа поперечного перерізу робочої камери, м^2;

L – довжина ротора насоса, м;

n – частота обертання ротора насоса, хв.$^{-1}$;

λ – коефіцієнт подачі;

z – число пластин.

Як видно з рівняння (1), продуктивність вакуумного насоса пластинчатого типу залежить від режимних і конструкційних параметрів. Основні труднощі при її визначенні пов'язані із знаходженням площі поперечного перерізу робочої камери між сусідніми пластинами. Формули для визначення площі поперечного перерізу робочої камери дають кількісний зв'язок між величинами, що характеризують закон зміни її у функції кута повороту ротора насоса. Особливу цікавість представляють теоретичні і експериментальні дослідження [6]. Площу поперечного перерізу робочої комірки визначають за наступними залежностями:

$$F_k = \frac{\lambda}{2} R^2 \left[2\beta\left(1-\frac{\lambda}{2}\right) - \bar{\delta}\left(1-\frac{\lambda}{4}\right) + \left(4\sin\frac{\beta}{2} - \bar{\delta}\cos\frac{\beta}{2}\right)\cos\phi + \lambda\left(\sin\beta - \frac{\bar{\delta}}{4}\cos\beta\right)\cos 2\phi \right], \text{м}^2 \qquad (2)$$

де $\lambda = \frac{e}{R}$ – відносний ексцентриситет насоса;

$\bar{\delta} = \frac{\delta}{R}$ – безрозмірна величина, що є відношенням товщини пластини до радіусу циліндра;

β – кут між двома сусідніми пластинами;

φ – кут повороту ротора насоса;

e – ексцентриситет, м;

R – радіус циліндра насоса, м.

Також пропонується поєднувати розрахункові методи при конструюванні вакуумних насосів, обґрунтовувати вибір раціональних геометричних і кінематичних параметрів вакуумних насосів з ексцентричним розташуванням ротора. Встановлено, що основний вплив на продуктивність вакуумного насоса чинить знос пластин. Тому зміна розміру пластин по довжині позначається на продуктивності вакуумного насоса тільки в початковий період експлуатації, оскільки надалі їх розмір по довжині не змінюється. Основний знос пластин відбувається по ширині і товщині, що, в результаті збільшення зазорів у місцях сполучення деталей насоса, призводить до збільшення перетікань повітря із зони нагнітання в зону всмоктування. Цим пояснюється відмінність дійсної продуктивності вакуумного насоса від розрахункової.

Оптимальним для вакуумних насосів визнаний кут нахилу 20°, який дозволяє збільшити ступінь наповнення робочої камери повітрям на всмоктуванні на 8–10%. Запропоноване рівняння не враховує впливу кута нахилу пластин в роторі на продуктивність вакуумного насоса. Тому воно недостатньо точно описує процес зміни робочого об'єму від кута повороту ротора і може бути використане лише при розрахунку вакуумних насосів з радіальним розташуванням пластин в роторі.

Певний інтерес представляє наступний вираз для визначення продуктивності пластинчатих вакуумних насосів.

$$V = 60 \cdot z \cdot L \cdot n \cdot \left(\sqrt{2}e\sqrt{r^2 - 0{,}5e^2} + 2r^2 \arcsin\frac{e\sqrt{2}}{2r} \sqrt{2}e\delta \right), \text{ м}^3/\text{год.}, \qquad (3)$$

де L – довжина твірної статора насоса, м;

n – частота обертання ротора насоса, хв.$^{-1}$;

z – число пластин;

e – ексцентриситет насоса, м;

δ – товщина пластин насоса, м;

r – радіус ротора насоса, м.

Рівняння (3) характерне тим, що вираз в дужках представляє площу робочої камери насоса, яка визначається як різниця між максимальним і мінімальним її значеннями.

Проте прийняті при цьому допущення роблять рівняння (3) прийнятним лише при розрахунку продуктивності насосів з радіальним розташуванням пластин в роторі, а також ротаційних гідромоторів зі збільшеними радіальними зазорами.

Точніша і досконаліша розрахункова залежність визначення зміни об'єму камери від кута повороту ротора, яка враховує вплив зміни об'єму камери,

товщину пластин і кут нахилу пластин в роторі:

$$V = \frac{1}{2}\Delta \cdot R^3 \left[A_0 + A_3 \cos(\phi+\phi_0) + \arcsin\left((1-\lambda)\sin\alpha - \lambda\sin(\phi+\alpha)\right) - \right.$$
$$- \arcsin\left((1-\lambda)\sin\alpha - \lambda\sin(\phi+\alpha+\phi_0)\right) + \sqrt{A_1 + A_2\sin(\phi+\alpha+\phi_0)} \times$$
$$\times \cos\left(\arcsin \frac{\lambda\cos\left(\phi+\alpha+\frac{\phi_0}{2}\right)}{\sqrt{A_1 + A_2\sin(\phi+\alpha+\phi_0)}} + \arcsin\left((1-\lambda)\sin\alpha + \lambda\sin(\phi+\alpha) + \frac{\phi_0}{2}\right) \right) -$$
$$- \sqrt{A_1 + A_2\sin(\phi+\alpha+\phi_0)} \times$$
$$\left. \times \cos\left(\arcsin \frac{\lambda\cos\left(\phi+\alpha+\frac{\phi_0}{2}\right)}{\sqrt{A_1 + A_2\sin(\phi+\alpha+\phi_0)}} + \arcsin\left((1-\lambda)\sin\alpha + \lambda\sin(\phi+\alpha) - \frac{\phi_0}{2}\right) \right) \right], \text{м}^3, \quad (4)$$

де Δ – відношення довжини ротора до радіусу циліндра компресора;

R – радіус у циліндра, м;

$\lambda = \frac{e}{R}$ – відношення ексцентриситету до радіусу циліндра;

α – кут нахилу пластин в роторі;

φ – кут повороту ротора;

φ_0 – кут між пластинами;

A_0, A_1, A_2, A_3, – постійні коефіцієнти, що визначаються розмірними співвідношеннями насоса.

Рівняння (4) громіздке, складне в рішенні і не дозволяє користуватися ним без графічних методів. Крім того, в цьому рівнянні не враховані змінні координати положення пластин протягом одного обороту ротора. Виходячи з аналізу рівняння, було запропоновано наступний вираз для визначення площі поперечного перерізу робочої камери вакуумного насоса пластинчатого ротаційного типу:

$$A_{\phi_0} = \frac{\pi}{4} + \frac{1}{2}(1+e)^2\left[K\left(\phi+\frac{\pi}{2}\right) - K(\phi_0) \right] + \frac{1}{2}e(1+e) \times$$
$$\times \left[\sin K(\phi_0) - \sin K\left(\phi+\frac{\pi}{2}\right) \right] + \frac{1}{2}a\left[d(\phi_0) - d\left(\phi+\frac{\pi}{2}\right) \right], \text{м}^2, \quad (5)$$

де e – ексцентриситет насоса, м;

d – виліт пластини насоса, м;

φ – кут повороту ротора;

K, φ_0 – допоміжні кути, що використовуються при розрахунку;

a – нормаль, опущена з центру ротора до його пазів, м.

Це рівняння дозволяє більш точно визначати значення продуктивності

пластинчатих вакуумних насосів, враховує закономірності зміни площі поперечного перерізу камери від кута повороту ротора у будь-який момент часу. Проте воно дуже складне і незручне для практичного використання, оскільки вимагає проведення попередніх експериментів і допоміжних розрахунків.

Крім того, наведені вище залежності для визначення продуктивності прийнятні лише для розрахунку пластинчатих машин з ексцентричним розташуванням ротора.

Значна частина робіт присвячена вибору і обґрунтуванню конструкційних і режимних параметрів вакуумних насосів і їх впливу на його продуктивність. Найбільш відомий метод розрахунку конструкційних параметрів вакуумної системи і вибору типу вакуумного насоса на підставі визначення суми витрат повітря вузлами доїльної установки. Проте цей метод є дуже наближеним і не враховує усіх закономірностей створення вакууму і протікання робочого процесу з урахуванням втрат в системі.

Продуктивність ротаційного вакуумного насоса пластинчатого типу, як видно з формули (1), прямо пропорційна його конструкційним і режимним параметрам. У літературі широко висвітлені питання з визначення впливу на продуктивність насосів різних чинників.

Досвід експлуатації ротаційних пластинчатих насосів в машинному доїнні показав, що надійність і довговічність їх роботи значною мірою залежить від конструкції системи мащення. При нерівномірній і недостатній подачі мастила до поверхонь тертя, відбувається порушення теплового режиму і, як наслідок, інтенсивний знос його деталей.

Проаналізувавши проведені дослідження, необхідно відмітити, що, незважаючи на широке поширення пластинчатих вакуумних насосів в різних галузях виробництва, поліпшенню їх конструкційних і технологічних характеристик приділена недостатня увага. При цьому слід мати на увазі те, що ціла низка питань можливих змін конструкції, динаміки і кінематики існуючих пластинчатих вакуумних насосів залишається недослідженим і невирішеним. Усе це викликає необхідність проведення усебічних досліджень ротаційного пластинчатого вакуумного насоса, пошуку шляхів вдосконалення його конструкції і процесу роботи, з метою зниження енергетичних витрат, внутрішніх перетікань повітря і забезпечення стабільнішої об'ємної подачі.

2. Теоретичні дослідження

Фази розподілу повітря ротаційних пластинчатих вакуумних насосів (*рис. 5*) характеризуються наступними показниками [14; 17]:

– кут всмоктування $\alpha_{вс}$ – характеризує розміри всмоктуючого вікна;

– повний кут стиску $\alpha_{п}$ – характеризує кут повороту ротора відносно корпуса насоса від точки кінця всмоктування до точки початку нагнітання;

– кут випуску α – характеризує розміри нагнітаючого вікна;

– кут нагнітання $\alpha_{наг}$ – кут між нижньою кромкою нагнітаючого вікна та точкою мінімального зазору між ротором та статором;

– кут шкідливого простору δ – є сумою кутів стиску защемленого об’єму δ_1 та зворотного розширення δ_2;

– кут закінчення всмоктування $\varphi_{вс}$ є сумою кутів шкідливого простору δ та всмоктування $\alpha_{вс}$

При цьому: φ – кут повороту ротора (бісектриси кута β між сусідніми пластинами, які формують робочу камеру), ψ – кут нахилу пластин.

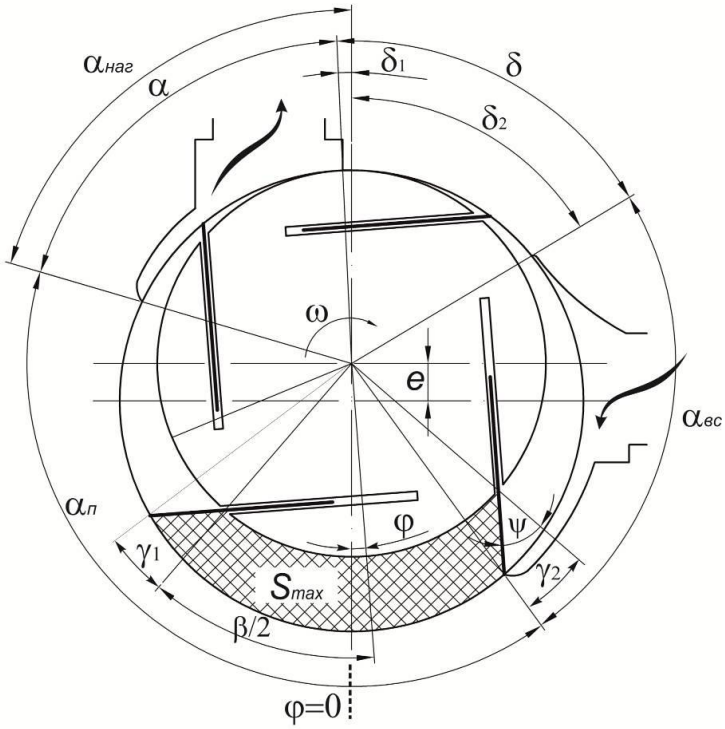


Рис. 5. Схема для визначення фаз розподілу повітря в ротаційному вакуумному насосі з похилим розміщенням пластин

Розташування і розміри всмоктувального та нагнітаючого вікон вибираються виходячи з наступних міркувань [17]:

– положення нижньої кромки всмоктувального вікна вибирається таким чином, щоб розмикання робочої камери з всмоктувальним патрубком відбувалося в момент, коли об'єм робочої камери досягає максимального значення;

– положення верхньої кромки всмоктувального вікна повинне вибиратися з умови рівності тиску в робочій камері і патрубку в початковий момент всмоктування;

– положення нижньої кромки нагнітаючого вікна вибиратися з тої ж умови, але на початку нагнітання;

– положення верхньої кромки нагнітаючого вікна повинно відповідати мінімальному об'єму камери наприкінці нагнітання.

Додатково до відомої схеми нами пропонується ввести кути γ_1 та γ_2 , які характеризують положення точок контакту для першої та другої по ходу

обертання пластини зі статором. Саме ці точки є характерними для визначення фаз розподілу повітря ротаційного насоса.

З вищесказаного зрозуміло, що обґрунтований вибір положення та розмірів вікон в першу чергу залежить від правильного визначення динаміки зміни об'єму робочої камери та тиску в ній в залежності від кута повороту ротора.

Існуюча методика визначення залежності зміни об'єму робочої камери V_φ, максимальне значення якого визначає теоретичну продуктивність, від кута повороту ротора φ при значенні кута між лопатками β для ротаційних вакуумних насосів з радіальним розміщенням пластин приводиться авторами [6, 7] і має вигляд:

$$V_\varphi = S_\varphi \cdot l = \frac{1}{2} l \int_{\varphi-\frac{\beta}{2}}^{\varphi+\frac{\beta}{2}} \rho^2 d\varphi - r^2 \frac{\beta}{2}, \tag{6}$$

де S_φ – площа поперечного перерізу робочої камери, м^2;

l – довжина ротора, м;

ρ – відносний ексцентриситет, м;

r – радіус ротора, м.

Рівняння (6) досить точно описує динаміку зміни об'єму камери для насосів з радіальним розміщенням лопаток, у той же час автори пропонують користуватися цією залежністю і для насосів з тангенціальним розміщенням пластин, кут нахилу ψ яких не перевищує 30 °. Дійсно, для розрахунків продуктивності насосу (швидкості дії) ця залежність може бути застосована, тому що відхилення об'єму становить не більше 5%.

Як видно з першої частини рівняння (6) визначальною величиною при розрахунках об'єму робочої камери буде площа її поперечного перерізу S_φ, тому задачею даної роботи є розробка достовірної методики розрахунку залежності її зміни від кута повороту ротора φ для насосів з тангенціальним розміщенням пластин.

Розв'язок поставленого задачі ілюструється *рис. 6,* на якому показано, що робочі пластини орієнтуються вздовж дотичних до деякого кола радіусом r_0 і утворюють кожна із сусідньою прямі кути. Початок системи координат XOY збігається з точкою перетину осей двох сусідніх пластин.

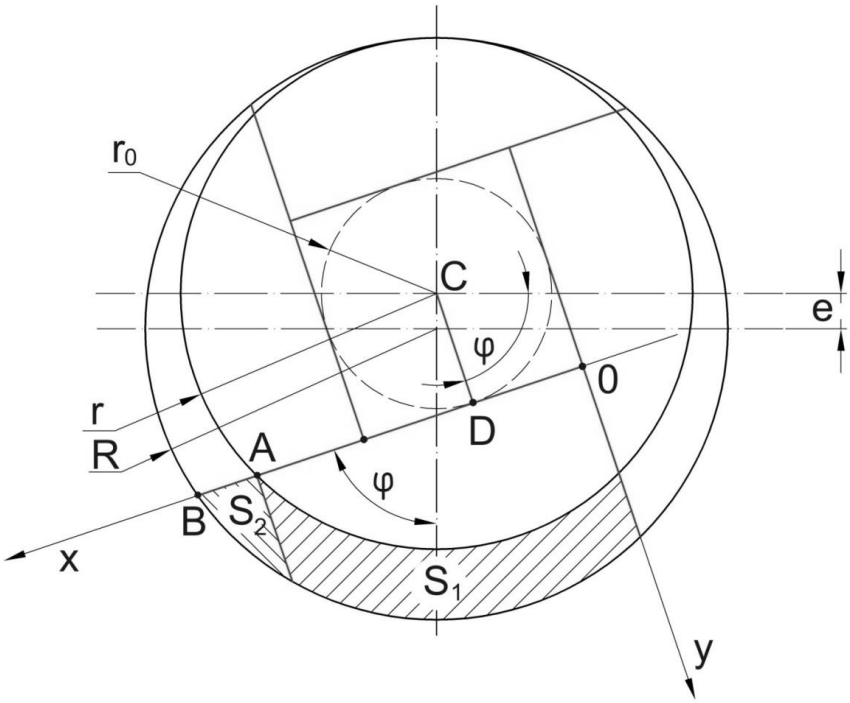


Рис. 6 Розрахункова схема

При обертанні ротора система координат обертається разом із пластинами, які відсікають між поверхнею ротора радіусом r і внутрішньою поверхнею статора радіусом R об'єм робочої камери. Положення координатної системи при обертанні ротора завжди буде визначатися кутом φ, який утворює радіус CD з нерухомим горизонтальним діаметром ротора. Радіус CD завжди перпендикулярний осі OX у точці дотику осі до кола радіусом r_0.

Очевидно, що для будь-якого кута рівняння контуру перерізу ротора незмінно і буде мати вигляд:

$$(x - r_0)^2 + (y + r_0)^2 = r^2 \tag{7}$$

Для контуру перерізу статора маємо рівняння від кута φ:

$$(x - r_0 - e\cos\varphi)^2 + (y + r_0 - e\sin\varphi)^2 = R^2 \tag{8}$$

де e – ексцентриситет насоса.

Координату точки A – характерної точки перерізу камери, точки перетину кола радіусу r з віссю OX, знаходимо з рівняння (7). Для y=0 маємо

$$x^2 - 2xr_0 - r^2 + 2r_0^2 = 0\,.$$

Звідки

$$x_A = \frac{2r_0^2 + \sqrt{2r_0^2 + 4(r^2 - 2r_0^2)}}{2} \quad (9)$$

Точку В знаходимо з рівняння (8), яке для y=0 має вигляд:

$$x^2 - 2x(r_0 + e\cos\varphi) + 2r_0^2 + 2r_0 e(\cos\varphi - \sin\varphi) + e^2 - R^2 = 0$$

звідки

$$x_B = \frac{2(r_0 + e\cos\varphi) + \sqrt{(2r_0 + e\cos\varphi)^2 + 4\left[R^2 - 2r_0^2 - 2r_0 e(\cos\varphi - \sin\varphi) - e^2\right]}}{2} \quad (10)$$

З рівнянь (7) і (8)

$$y = \sqrt{r^2 - (x - r_0)^2} - r_0 = f_1(x); \quad (11)$$

$$y = \sqrt{R^2 - (x - r_0 - e\cos\omega t)^2} - r_0 + e\sin\omega t = f_2(x). \quad (12)$$

Частину площі перерізу камери S_1, для якої $0 \le x \le x_A$ (рис. 6), будемо знаходити як:

$$S_1 = \int_0^{x_A} \left[f_2(x) - f_1(x)\right] dx. \quad (13)$$

Іншу частину площі перерізу камери S_2 , для якої $x_A \le x \le x_B$ (рис. 6), знайдемо як:

$$S_2 = \int_{x_A}^{x_B} f_2 dx. \quad (14)$$

Для площі перерізу $S_\varphi = S_1 + S_2$, за допомогою програмного забезпечення MS Exsel побудована графічна залежність $S_\varphi = f(\varphi)$ для насоса з наступними геометричними параметрами: діаметр статора – 105 мм; діаметр ротора – 88 мм; ексцентриситет – 8,5 мм; кут нахилу лопаток – 45°. Залежність $S(\varphi)$ наведена на рис. 7 штриховою лінією, суцільною лінією представлена та ж залежність, визначена за формулою (6).

Співставлення кривих свідчить, що при використанні формул (13, 14) спостерігаються деякі відмінності, які незначно впливають на розрахункову продуктивність (відхилення менше 0,5%). Що стосується фаз розподілу повітря, то максимальне значення S_φ, а значить, і об'єму робочої камери спостерігається не в точці, яка відповідає $\varphi = 0°$, а в точці, яка зміщена на 13,4 ° (*рис. 7*). Зміщення мінімального значення S_φ не настільки значне і становить 2,8°.

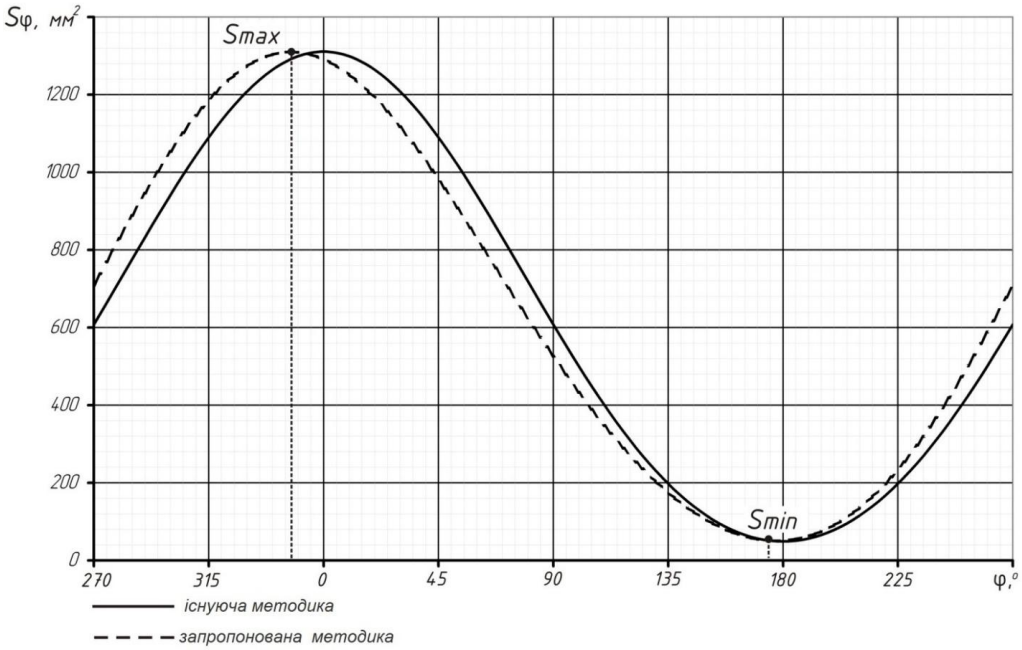


Рис. 7 Залежність площі поперечного перерізу робочої камери від кута повороту ротора φ для насоса з тангенціальним розміщенням лопаток

Крім того, з отриманої залежності видно, що зміщення кривих спостерігається практично у всьому діапазоні значень кута повороту ротора φ.

Використовуючи методику визначення зміни площі перерізу робочої камери, приведену вище та враховуючи дані [17], які свідчать про те, що:

$$P_{\varphi} = P_{ст} \cdot \left(\frac{S_{max}}{S_{\varphi}} \right)^{\gamma}, \qquad (15)$$

де $P_{ст.}$ – тиск газу на початку стиску, приймається рівним тиску всмоктування, кПа;

S_{max} – максимальна площа перерізу робочої камери, м^2;

S_{φ} – площа перерізу робочої камери при куті повороту φ, м^2;

γ – показник політропи,

для насоса індивідуальної доїльної установки з геометричними параметрами, наведеними вище, було побудовано залежність P = P(φ), або розгорнуту по куту повороту теоретичну індикаторну діаграму робочої камери насоса (*рис. 8*) з розрахунку створення ним вакуумметричного тиску 70 кПа.

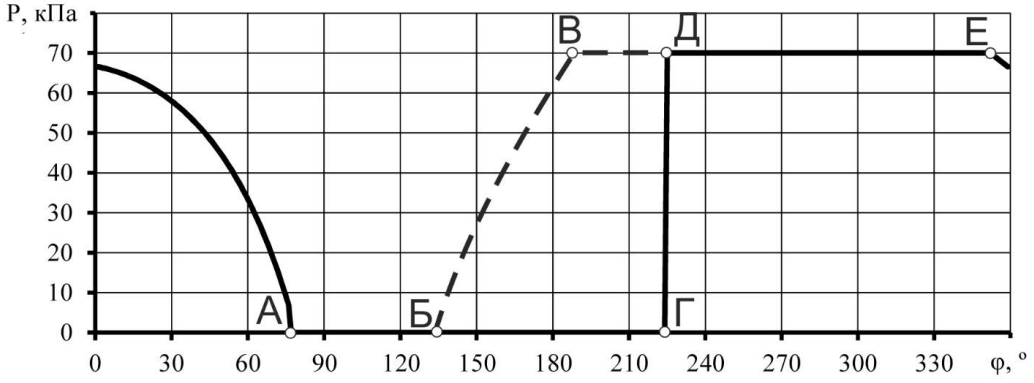


Рис. 8 Розгорнута по куту повороту теоретична індикаторна діаграма робочої камери насоса: А – початок нагнітання; Б – розділення робочої камери; В – з'єднання півкамери з всмоктувальним вікном; Г – закінчення нагнітання; Д – початок всмоктування; Е - закінчення всмоктування.

Наведена на *рисунку 8* залежність зміни тиску в робочій камері дозволяє стверджувати, що її з'єднання з нагнітаючим вікном (точка А) повинно відбуватися при значенні кута 76°, а початок всмоктування – 187,4° (точка В). Момент роз'єднання робочої камери з нагнітаючим вікном буде відповідати куту повороту ротора 222,5°, при якому відбувається повний перехід робочої камери з боку стиску на бік всмоктування (точка Г на *рис. 8*). Точка Б характеризує момент переходу першої по ходу обертання пластини зі сторони нагнітання на сторону всмоктування (проходження точки найменшого радіального зазору між ротором і статором), тобто розділення робочої камери на дві частини. При цьому в першій половині камери (відрізок Б-В-Д) вакуумметричний тиск збільшується, а в другій тиск рівний тиску нагнітання (відрізок Б-Г). Точка Е відповідає куту повороту ротора 347,3°, при якому об'єм робочої камери набуває найбільшого значення і відбувається її від'єднання від всмоктувального вікна.

У цілому за результатами теоретичних досліджень можна зробити наступні висновки:

- запропоновано точний розв'язок задачі з розрахунку площі поперечного перерізу робочої камери ротаційного вакуумного насосу з тангенціальним розміщенням пластин в залежності від кута повороту ротора;

- отримана можливість більш точно визначати положення всмоктувального і нагнітаючого вікон;

- побудована розгорнута індикаторна діаграма теоретичного ротаційного пластинчатого вакуумного насоса;

- визначені розміри та розташування всмоктуючого і нагнітаючого вікон: кут всмоктування $\alpha_{вс} = 72,8°$; повний кут стиснення $\alpha_{п} = 174,8°$; кут випуску $\alpha = 50,3°$; кут нагнітання $\alpha_{наг} = 56,8°$; кут шкідливого простору $\delta = 58,7°$, кут закінчення всмоктування $\varphi_{вс} = 131,5°$.

3. Експериментальні дослідження

Для дослідження фаз розподілу повітря ротаційного пластинчатого вакуумного насоса необхідно визначити динамічні залежності, що характеризують зміну вакуумметричного тиску від кута повороту ротора вакуумного насоса при різних його частотах обертання.

Для проведення досліджень було виготовлено експериментальний зразок ротаційного пластинчатого вакуумного насоса із датчиком вакуумметричного тиску, конструкційна схема встановлення якого представлена на *рис. 9*. Загальний вигляд виготовленого вакуумного насоса із датчиком вакуумметричного тиску наведено на *рис. 10.*

Експериментальні дослідження фаз розподілу повітря ротаційного пластинчатого вакуумного насоса проводили за допомогою стенду, принципова схема та загальний вигляд якого наведено на *рис. 11.*

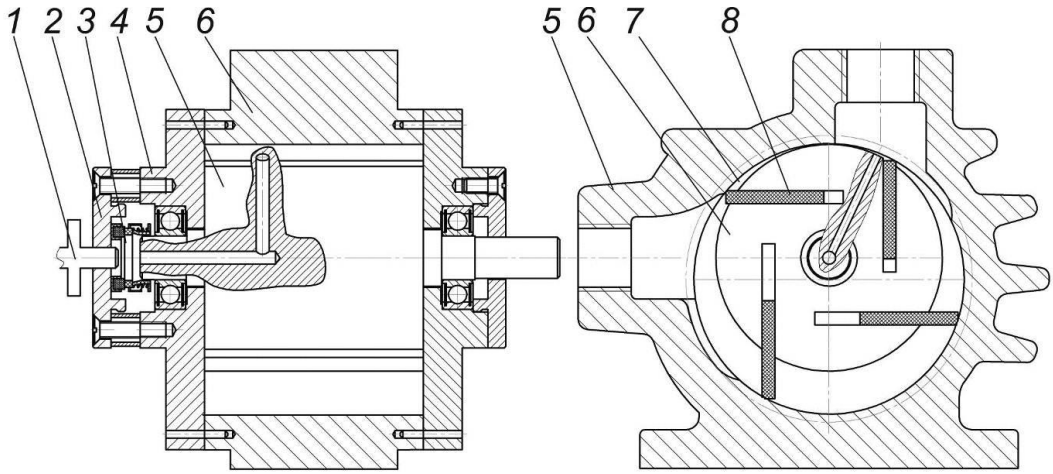


Рис. 9 Схема встановлення датчика тиску в експериментальному насосі: 1 - датчик тиску MPX5100; 2 – кришка підшипника; 3 – торцеве ущільнення; 4 – кришка насоса; 5 – ротор; 6 – статор; 7 – робоча камера; 8 пластина

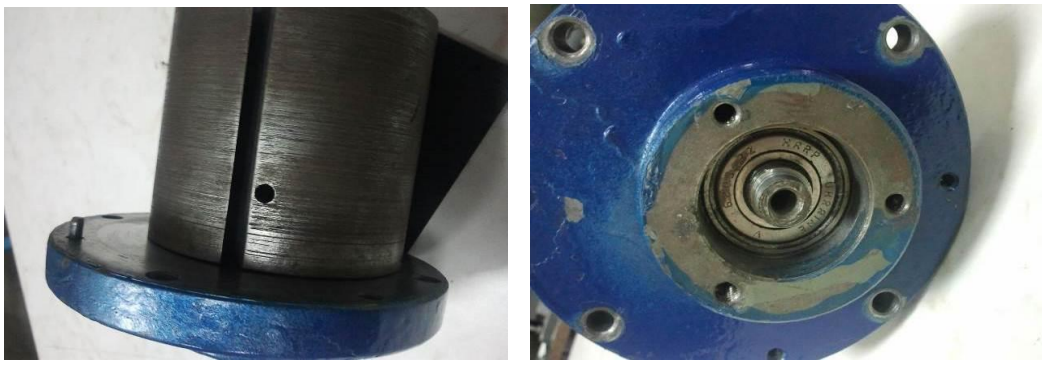


Рис. 10 Загальний вигляд виготовленого експериментального зразка пластинчатого вакуумного насоса насоса із датчиком вакуумметричного тиску

Частоту обертання ротора насоса n змінювали за допомогою частотного регулятора Danfos; величину вакуумметричного тиску P та продуктивність насоса Q встановлювали за допомогою витратоміру КИ-4840М. Значення вакуумметричного тиску в робочій камері знімали за допомогою датчика MPX5100. Отриманий сигнал фіксували осцилографом Rigol DS1022C з наступним записом отриманих даних на ПЕОМ (програмне забезпечення Ultrascope for DS1000).

Порожнина робочої камери насоса з'єднувалась з датчиком тиску за допомогою каналів в тілі ротора.

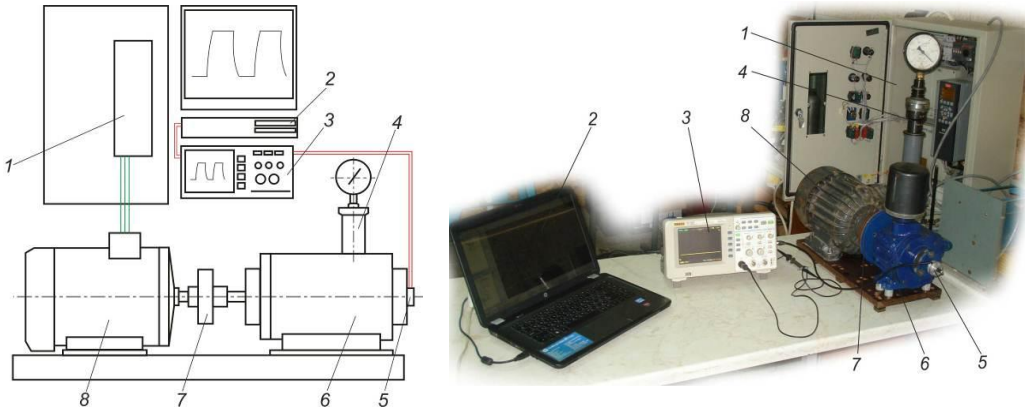


Рис. 11 Принципова схема (а) та загальний вигляд (б) стенду для досліджень фаз розподілу повітря експериментального вакуумного насоса: 1– частотний регулятор; 2 – системний блок ПЕОМ; 3 – цифровий осцилограф Rigol DS1022C; 4 – витратомір КИ-4840М; 5 – датчик тиску MPX5100; 6 – експериментальний вакуумний насос; 7 – муфта; 8 – електродвигун 4Д71В2СУ1

Дослідження впливу конструкційно-технологічних параметрів ротаційного пластинчатого вакуумного насоса на ефективність його експлуатації проводились за наступними факторами: частота обертання ротору n, об/хв., величина вакууму P, кПа, фази розподілу повітря (кут закінчення всмоктування $\varphi_{вс}$, °, кут нагнітання $\alpha_{наг}$, °).

Частоту обертання ротора насоса змінювали за допомогою частотного регулятора; величину вакууму встановлювали за допомогою витратоміру КИ-4840М; фази розподілу повітря варіювали зміною двох кутів: кута нагнітання та кута закінчення всмоктування.

Критеріями оцінки досліджень були продуктивність вакуумного насоса Q, $м^3$/год і споживана потужність приводу вакуумного насоса N, Вт.

Продуктивність насоса Q вимірювали за допомогою витратоміру КИ-4840М. Показники крутного моменту M на привідному валу електродвигуна знімали за допомогою тензометричного моментоміру; температуру в зоні контакту пластина-статор $t_к$ фіксували за допомогою закарбованої ХА-термопари. Поточний запис перших двох показників, використовуючи

аналогово-цифровий перетворювач та програмне забезпечення Power Graph, здійснювали за допомогою персонального комп'ютера.

Споживану потужність приводу вакуумного насоса визначали за формулою:

$$N = \frac{2 \cdot \pi \cdot M \cdot n}{60}, \quad (16)$$

де N – споживана потужність приводу вакуумного насоса, Вт;

M – крутний момент на привідному валу електродвигуна, Н·м;

n – частота обертання вала електродвигуна, об/хв.

Для визначення оптимальних конструкційно-технологічних параметрів використовувався критерій оптимізації: питома енергоємність роботи насоса q, який розраховувався за формулою

$$q = \frac{N}{Q}, \quad (17)$$

де q – питома енергоємність роботи насоса, (кВт·год)/м^3;

Q – продуктивність вакуумного насоса, м^3/год.

Дослідження проводились за D-оптимальним планом Бокса-Бенкіна другого порядку для 4 факторів. Рівні варіацій факторів були обрані з теоретичних досліджень конструкційно-технологічних параметрів ротаційного пластинчатого вакуумного насоса і попередніх досліджень (*табл. 5*).

Таблиця 5

Рівні варіацій факторами

Рівні варіацій факторів, матриця досліду	Фактори			
	Частота обертання ротору n, об/хв.	Величина вакууму P, кПа	Кут закінчення всмоктування $\varphi_{вс}$, °	Кут нагнітання $\alpha_{наг}$, °
	x_1	x_2	x_3	x_4
Верхній рівень (+)	2200	70	135	62
Основний рівень (0)	1600	55	129	56
Нижній рівень (-)	1000	40	123	50
Інтервал варіацій факторів	600	15	6	6

В ході попередніх досліджень було встановлено, що максимальне значення частоти обертання ротору n обмежується температурою в зоні контакту пластина – статор $t_к$, яка після виходу на сталий режим роботи повинна знаходитись в інтервалі 80–90 °С. Дослідженнями визначено, що ці межі досягаються при частоті обертання ротору 1800 об/хв., хоча насос продовжує стабільно працювати і при частоті обертання 2200 об/хв., що, вочевидь, можна пояснити високою термостійкістю матеріалу пластин – до

200°С.

Обробка результатів досліджень, проведених методом математичного факторного планування експериментів, виконувались за допомогою комп'ютерної програми «Mathematica». Математична модель визначається по одному критерію оптимізації. Коефіцієнти регресії математичних моделей обчислюється за формулами для D-оптимальних планів дослідів. По знайденим коефіцієнтам для кожного критерію складаються рівняння регресії у кодованому вигляді.

Відтворення дослідів визначається по однорідності результатів вимірювань. Умови однорідності формалізуються так, щоб усі вимірювання, які входять у дану сукупність, могли виглядати як значення однієї випадкової величини, підпорядкованої нормальному розподілу.

Після отримання математичної моделі процесу визначаються оптимальні значення факторів (координати оптимуму поверхні відгуку) та вивчаються властивості цієї поверхні біля оптимуму для зразка насоса. Результатом є форма поверхні відгуку та оптимальні координати поверхні відгуку або оптимальні значення факторів процесу. Після цього проводять аналіз поверхні відгуку за допомогою двомірних перетинів. Побудування двомірних перетинів виконують за допомогою програми «Mathematica».

Пошук оптимуму ведеться рішенням компромісної задачі, після визначення математичних моделей процесу за оцінювальними показниками та визначення оптимальних параметрів. На початку виділяються найбільш значимі фактори по кожній моделі та їх оптимальні параметри, потім із загального списку визначаються спільні фактори і аналізується діапазон їхніх оптимальних значень.

В результаті експериментальних досліджень фаз розподілу повітря ротаційного пластинчатого вакуумного насоса були отримані динамічні залежності *(рис. 12–15*), що характеризують зміну вакуумметричного тиску в робочій камері від кута повороту ротора (розгорнуті по куту повороту дійсні індикаторні діаграми) вакуумного насоса при різних частотах обертання ротора та значеннях вакуумметричного тиску у всмоктувальному вікні.

Аналіз експериментальних показує, що при всіх зазначених частот обертання ротора вакуумметричний тиск змінюється від кута повороту ротора з однаковою періодичністю. З графіків видно, що характер динамічного розподілу вакуумметричного тиску однаковий при будь-якій частоті обертання ротору. Дане спостереження свідчить про стабільність роботи експериментального ротаційного пластинчатого вакуумного насоса на різних режимах.

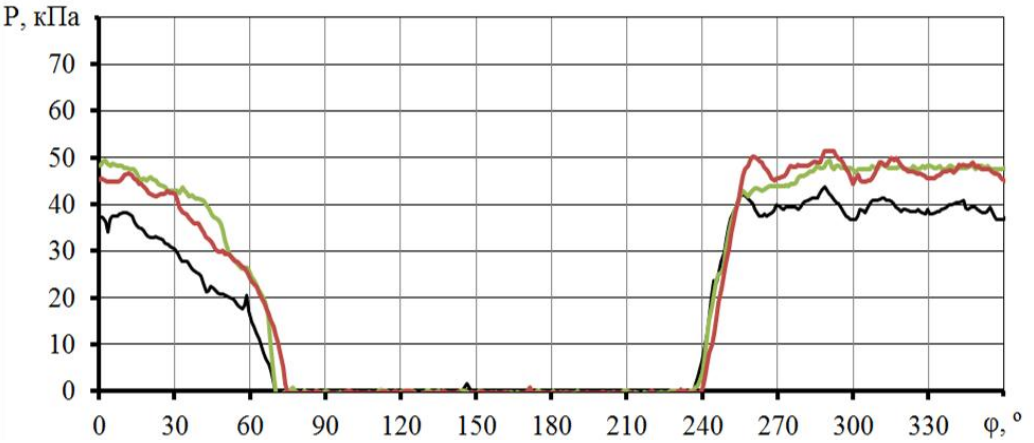


Рис. 12 Залежність зміни вакуумметричного тиску в робочій камері насоса від кута повороту ротора при його частоті обертання 1000 об/хв.

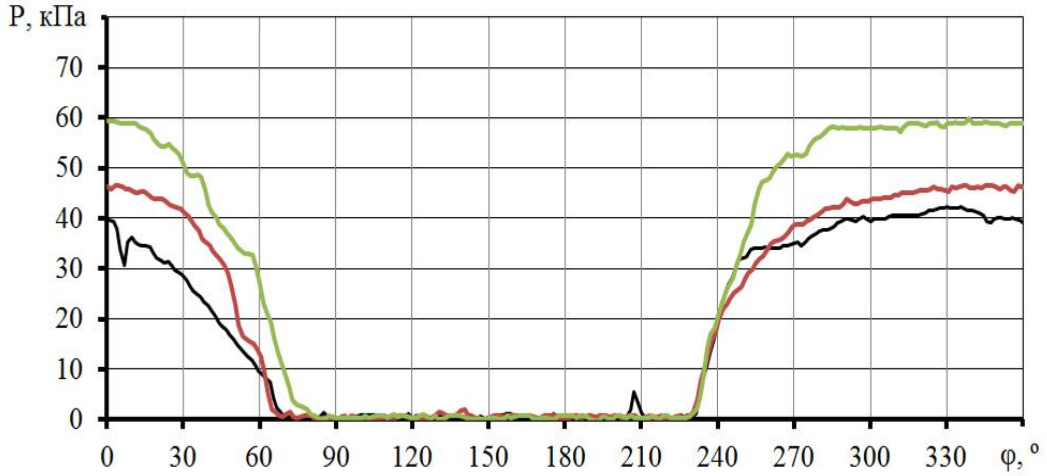


Рис. 13 Залежність зміни вакуумметричного тиску в робочій камері насоса від кута повороту ротора при його частоті обертання 1500 об/хв.

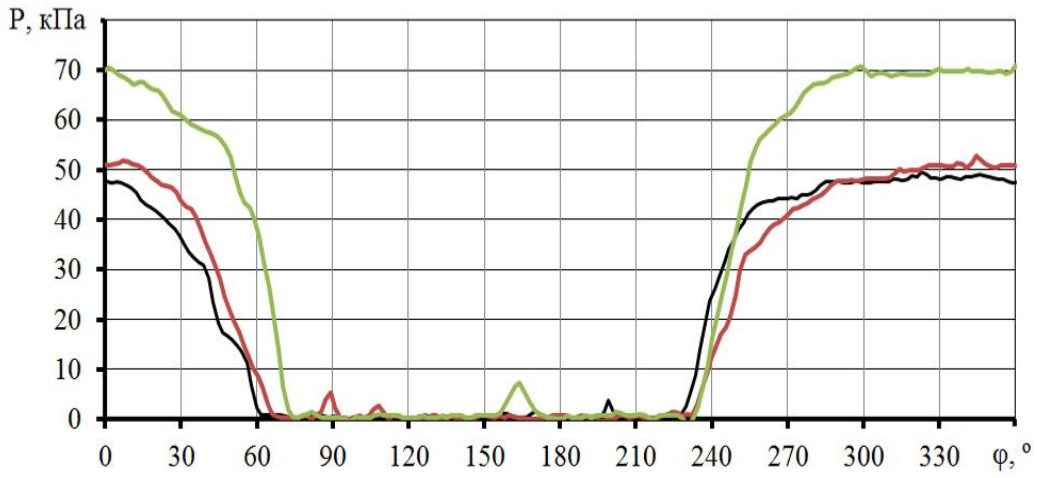


Рис. 14 Залежність зміни вакуумметричного тиску в робочій камері насоса від кута повороту ротора при його частоті обертання 2000 об/хв.

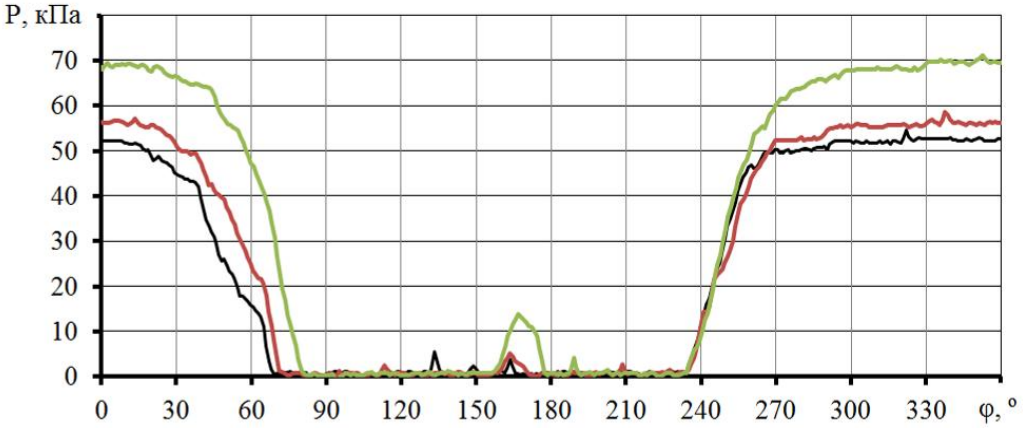


Рис. 15 Залежність зміни вакуумметричного тиску в робочій камері насоса від кута повороту ротора при його частоті обертання 2200 об/хв.

Для ідентифікації теоретичної моделі фаз розподілу повітря ротаційного вакуумного насоса побудовані експериментальні і теоретичні графіки розподілу вакуумметричного тиску в робочій камері насоса від кута повороту ротора (*рис. 16)*. При цьому експериментальні дані відповідали рівню вакуумметричного тиску прийнятому при розрахунках.

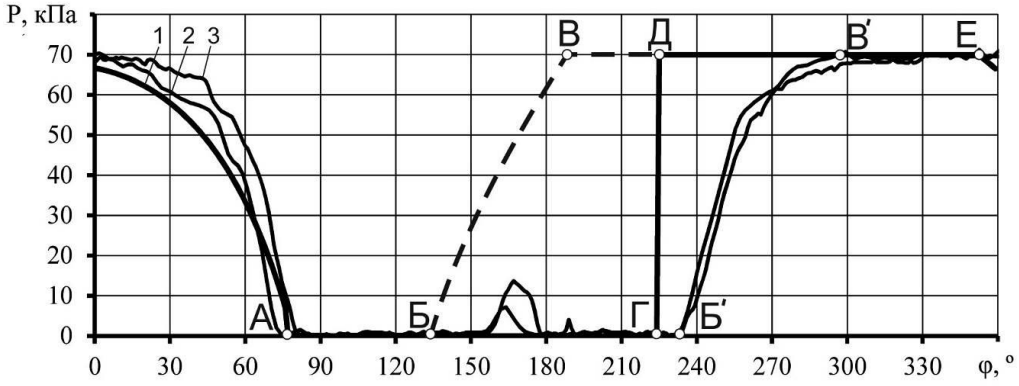


Рис. 16 Результати співставлення теоретичних (1) та експериментальних (2, 3) даних залежності зміни вакуумметричного тиску в робочій камері насоса від кута повороту ротора

Аналізуючи графіки, наведені на *рис. 16,* можна стверджувати, що на стороні стиску та нагнітання (відрізок Е-А-Б) відхилення експериментальних даних від отриманих теоретично досить не значне. На стороні всмоктування, яке починається після розділення камери (точка Б), спостерігається відхилення теоретичних та експериментальних даних, відрізок Б-В хоча за характером і відповідає відрізку Б′-В′, але має зсув по куту φ. Це пояснюється тим, що канал датчика тиску розміщено в задній, по ходу обертання ротора, частині камери, через це була відсутня можливість фіксування зміни вакуумметричного тиску в першій півкамері. Що стосується сплеску тиску на експериментальних кривих в діапазоні значень кута φ 160-180 °, то його можна пояснити перетіканням повітря між півкамерами при збільшенні різниці тисків в них. Загалом з отриманих даних можна стверджувати, що розрахований теоретично вакуумметричний тиск знаходиться у довірчому коридорі експериментальних досліджень. Кореляція теоретичних та експериментальних даних складає 0,89. Це дає змогу стверджувати, що теоретичне рівняння розподілу вакуумметричного тиску в робочій камері насоса від кута повороту ротора є справедливим при будь-якому значені частоти обертання ротора для заданого значення вакуумметричного тиску.

На наступному етапі, за допомогою експериментального стенду, було визначено зовнішні характеристики насоса –дійсну продуктивність Q та потужність на привід N, а на їх основі – питомі показники – коефіцієнт подачі λ та питому енергоємність q, кВт-год/м^3, які визначали за формулами (16, 17).

Коефіцієнт подачі λ визначали за формулою:

$$\lambda = \frac{Q}{Q_г} = 60\frac{Q}{S_{max} \cdot l \cdot z \cdot n}, \qquad (18)$$

де Q – дійсна продуктивність вакуумного насоса, м^3/год;

$Q_Г$ – геометрична продуктивність вакуумного насоса, м^3/год;

S_{max} – максимальна площа перерізу робочої камери, м^2;

l – довжина ротора насоса, м;

z – кількість лопаток;

n – частота обертання ротора, об/хв.

Геометричні розміри приведені в розділі 2 а частота обертання ротора складала 1460 об/хв та відповідала характеристиці однофазного електродвигуна АИ1Е80А4Б4, потужністю 0,75 кВт.

Питому енергоємність роботи насоса q визначали за формулою:

$$q = \frac{N}{Q}, \tag{19}$$

де N – потужність на привід, кВт;

Q – дійсна продуктивність вакуумного насоса, м^3/год.

Отримана математична модель впливу досліджуваних факторів на питому енергоємність роботи вакуумного насоса мала вигляд:

$$q = -43{,}1375 - 0{,}00119n - 4{,}5307 \cdot 10^{-8} n^2 + 0{,}00195P + 3{,}3545 \cdot 10^{-6} nP - \\ - 0{,}0001108P^2 + 0{,}263\varphi_{вс} + 5{,}654 \cdot 10^{-6} n\varphi_{вс} - 0{,}00249\varphi_{вс}^2 + 0{,}589\alpha_{наг} + \\ + 6{,}0384 \cdot 10^{-6} n\alpha_{наг} - 0{,}00235678\alpha_{наг}^2, \tag{20}$$

де q – питома енергоємність роботи вакуумного насоса, (кВт·год)/м^3.

Аналізуючи рівняння (20), можна стверджувати, що на питому енергоємність роботи вакуумного насоса впливають всі вищезгадані фактори. При цьому при варіюванні значень факторів у заданому діапазоні питома енергоємність роботи має оптимум (мінімальне значення):

$$q\left(n = 1513\ {}^{об}/_{хв};\ P = 40\ \text{кПа};\ \alpha_{наг} = 55{,}7°;\ \varphi_{вс} = 129{,}1°\right) = \\ = 0{,}5\ (\text{кВт} \cdot \text{год})/\text{м}^3. \tag{21}$$

Графічну інтерпретацію попарних взаємодій залежності (20) при фіксованих оптимальних значеннях представлено на *рис. 17–22*.

В зв'язку з забезпеченням можливості прямого приводу (без передаточних механізмів) та відсутністю електродвигунів з отриманою вище частотою обертання була прийнята частота обертання – 1500 об/хв. (за технічною характеристикою електродвигуна АИ1Е80А4Б4).

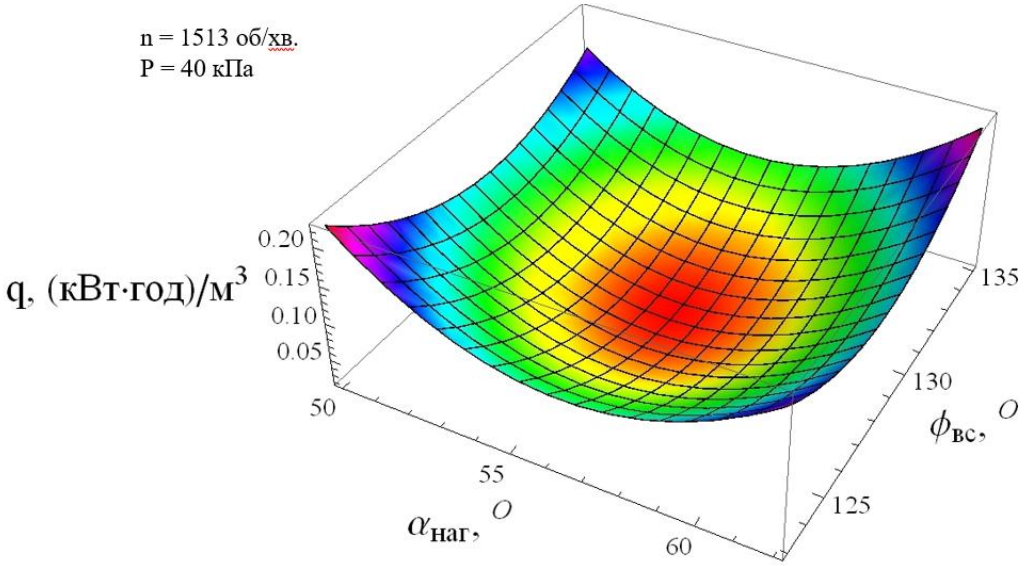


Рис. 17 Вплив кута нагнітання $\alpha_{наг}$ та кута закінчення всмоктування $\varphi_{вс}$ на питому енергоємність роботи вакуумного насоса q

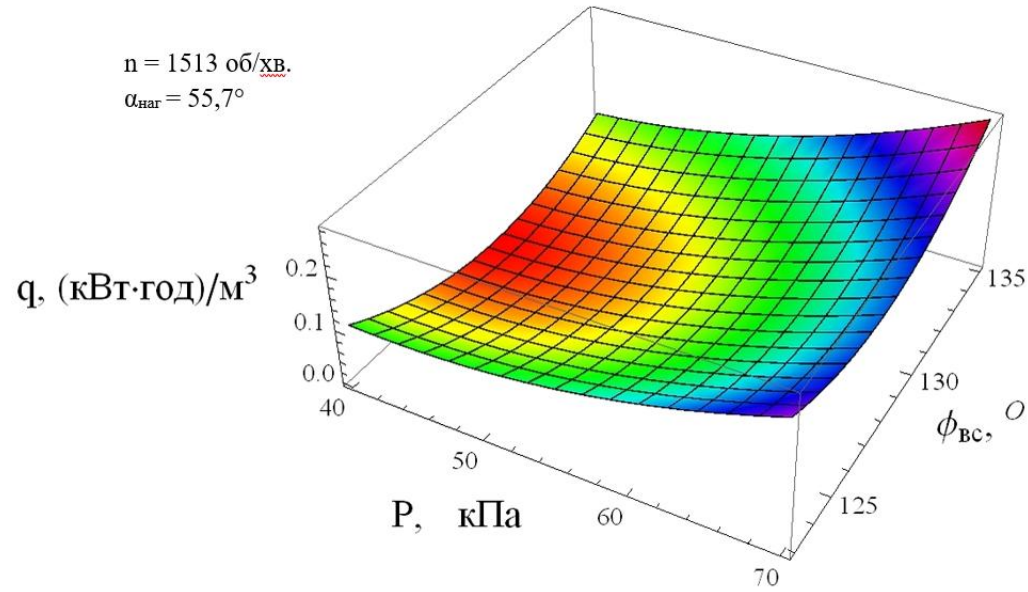


Рис. 18 Вплив величини вакууму P та кута закінчення всмоктування $\varphi_{вс}$ на питому енергоємність роботи вакуумного насоса q

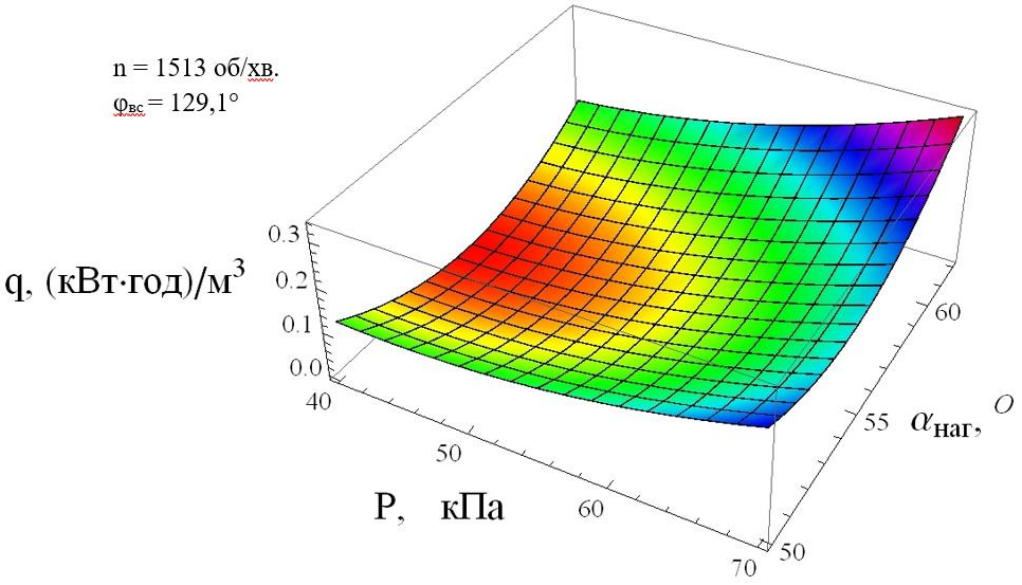


Рис. 19 Вплив величини вакууму P та кута нагнітання $\alpha_{наг}$ на питому енергоємність роботи вакуумного насоса q

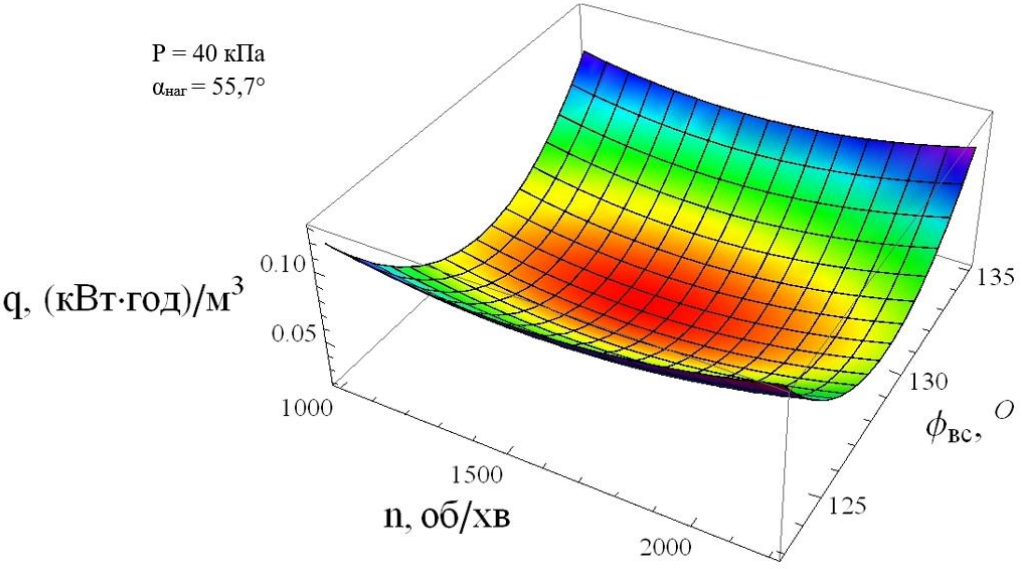


Рис. 20 Вплив частоти обертання ротору n та кута закінчення всмоктування $\varphi_{вс}$ на питому енергоємність роботи вакуумного насоса q

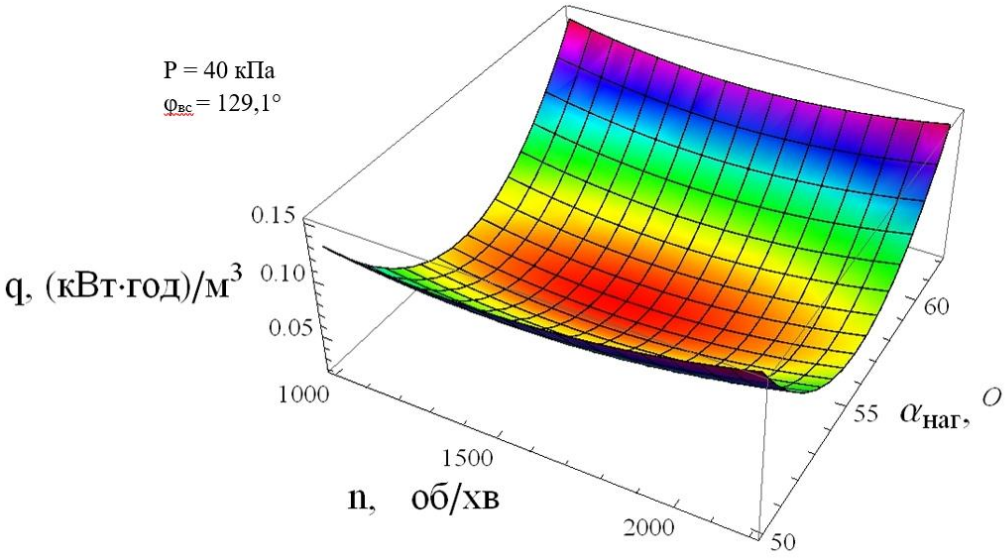


Рис. 21 Вплив частоти обертання ротору n та кута нагнітання $\alpha_{наг}$ на питому енергоємність роботи вакуумного насоса q

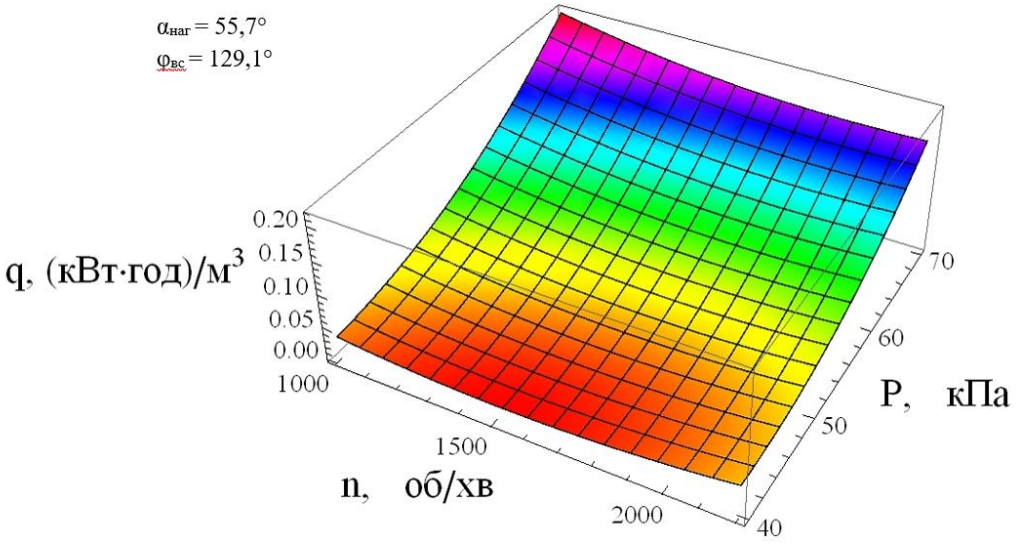


Рис. 22 Вплив частоти обертання ротору n та величини вакууму P на питому енергоємність роботи вакуумного насоса q

В процесі експлуатації вакуумного насоса необхідно змінювати робочий вакуум, тому враховуючи оптимальні значення фаз розподілу повітря і прийняту частоту обертання маємо рівняння залежності продуктивності

вакуумного насоса і споживаної потужності його приводу від встановленого рівня вакууму (*рис. 23, 24*):

$$Q = 10{,}3 + 0{,}37\,P - 0{,}0052\,P^2,$$
$$N = 1718 - 47{,}33\,P + 0{,}66\,P^2. \quad (22)$$

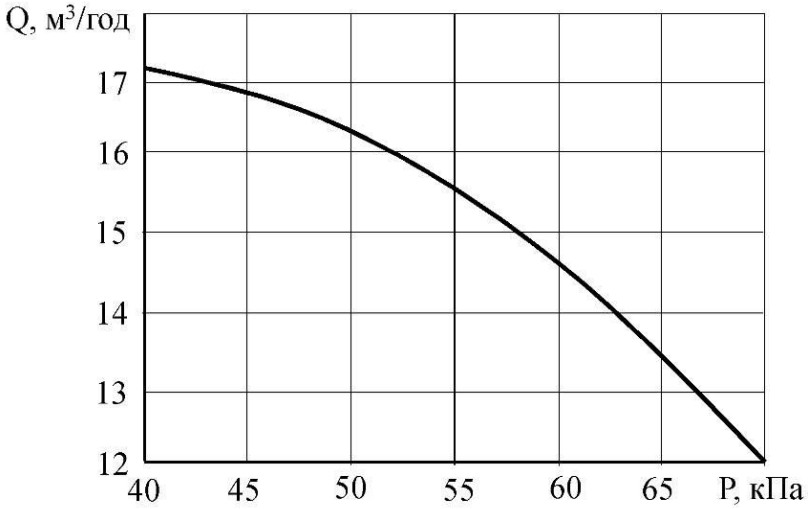


Рис. 23 Вплив встановленого рівня вакууму на продуктивність Q

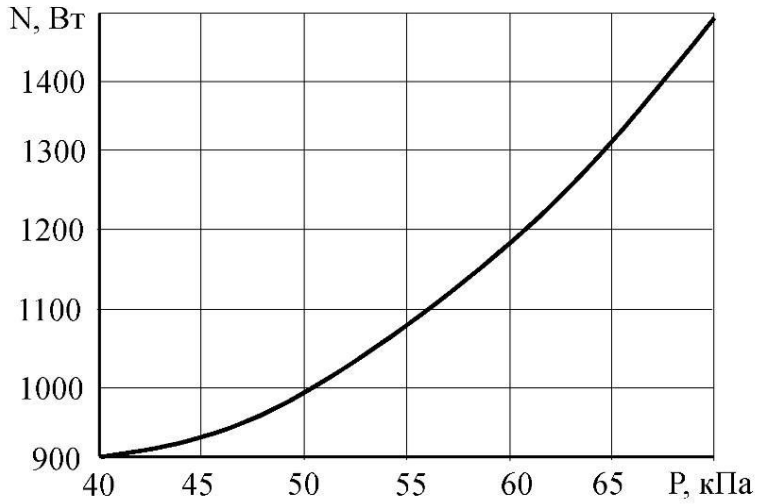


Рис. 24 Вплив встановленого рівня вакууму на споживану потужність N

Технічні характеристики та питомі показники ефективності роботи дослідного зразка насоса в порівнянні з діапазоном для існуючих конструкцій представлені в *табл. 6.*

Таблиця 6

Технічні характеристики та питомі показники ефективності роботи розробленого насоса

Показник	Значення		Відхилення, %
	діапазон для існуючих конструкцій	конструкція насоса, отримана в результаті досліджень	
Геометрична продуктивність $Q_г$, м^3/год	27-127	41	–
Паспортна продуктивність Q, м^3/год	12-60	18	–
Споживана потужність N, кВт	0,55-4,0	0,75	–
Коефіцієнт подачі λ	0,31-0,42	0,47	+4,8-44,8
Питома енергоємність q, кВт-год/м^3	0,055-0,076	0,042	–30,9-92,4

Як свідчать дані *таблиці 6*, розроблена конструкція вакуумного пластинчастого насоса має переваги перед існуючими конструкціями: збільшення коефіцієнт подачі λ на 4,8–44,8% і зменшення питомої енергоємності більше ніж на 30%.

Для вирішення науково-технічної задачі з удосконалення конструкції індивідуальних доїльних установок, які мінімально впливатимуть на фізико-хімічні властивості молока і забезпечать збереження його натуральних властивостей, Інститутом механізації тваринництва НААН України було розроблено індивідуальну доїльну установку ДУ-10, основою якої слугував вакуумний насос згідно проведених досліджень. Крім того, було враховано можливість зменшення собівартості таких доїльних установок, підвищення функціональної надійності та вирішення проблеми регіонального забезпечення споживачів.

Установка ДУ-10 призначена для використання в приватних господарствах і на малих фермах з поголів'ям до 10 корів, вирішує задачі підвищення ефективності процесу доїння, що дає змогу покращити якість отриманого молока та умови праці оператора *(табл. 7, рис. 27*).

Таблиця 7

Технічні дані установки ДУ-10

№	Показник	Значення показника
1	Тип виробу	пересувний, на колесах
2	Кількість доїльних апаратів	1
3	Кількість обслуговуваних корів, голів	до 10
4	Номінальна продуктивність вакуумного насоса при тиску всмоктування 50кПа, м^3/год	12
5	Номінальна потужність, кВт	0,75
6	Напруга живлення, В/ частота мережі, Гц	220/50

№	Показник	Значення показника
7	Тип доїльного апарата	двотактний «Майга»
8	Робочий вакуумметричний тиск, кПа	48±1
9	Частота пульсацій за 1 хв.	60±5
10	Тип вакуумного насоса	Ротаційний пластинчатий, без змащення
11	Габаритні розміри, не більше, мм: довжина ширина висота	 1110 590 820
12	Продуктивність, корів/год	10
13	Маса, не більше, кг	49

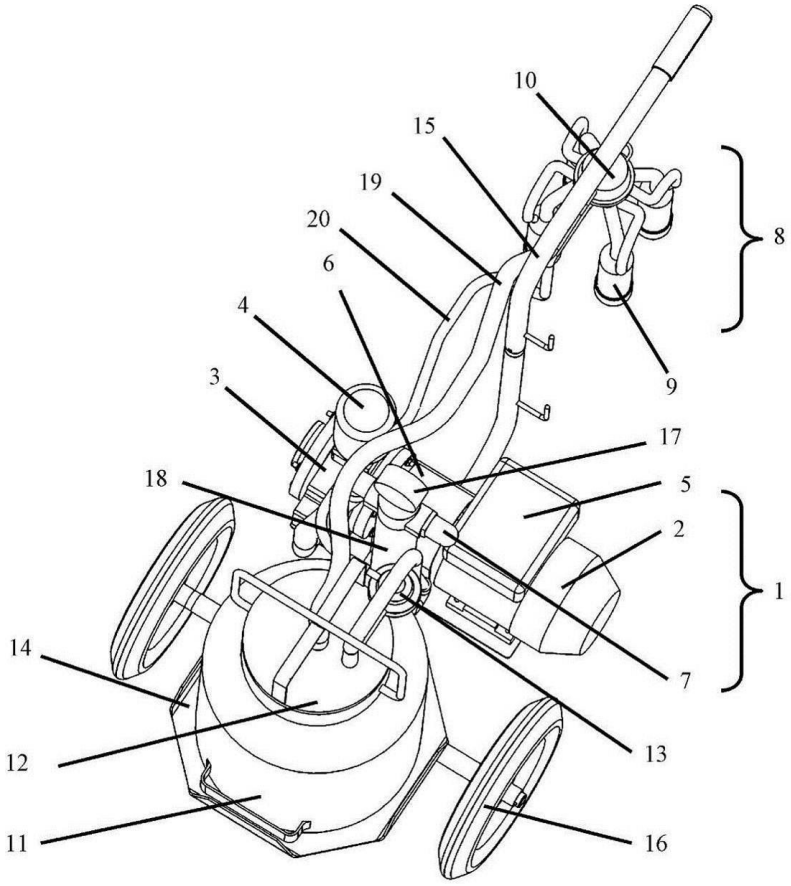


Рис. 27 Загальна будова установки ДУ-10: 1 – вакуумний агрегат; 2 – асинхронний електродвигун; 3 – ротаційний пластинчатий вакуумний насос; 4 – фільтр; 5 – пусковий пристрій; 6 – захисний кожух; 7 – вакуум-регулятор; 8 – підвісна частина доїльного апарата; 9 – доїльний стакан; 10 – колектор; 11 – доїльне відро; 12 – кришка доїльного відра; 13 – пульсатор; 14 – візок; 15 – ручка візка; 16 – колесо; 17 – вакуумметр; 18 – вакуум-балон (стояк); 19 – шланг молочний; 20 – шланг вакуумний

Установка ДУ-10 пройшла державні приймальні випробування в УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, протокол № 01-21-2010 і рекомендована до серійного виробництва.

Установка ДУ-10 (*рис. 27*) пересувна, змонтована на одновісному візку, підставка візка штампована, зварна. На підставці розміщено доїльний апарат, який гнучким шлангом з'єднаний з вакуум-балоном. У верхній частині вакуум-балону розміщено контрольно-регулюючий блок вакуумної системи. Вакуумний насос з приводом змонтовано на пластині, яка жорстко кріпиться до направляючої. Направляюча закінчується ручкою. Технічні дані установки ДУ-10 наведено в *табл. 7.* Загальний вид установки ДУ-10 і дослідного зразка ротаційного вакуумного насоса представлено на *рис. 28*.



а б

Рис. 28 Загальний вид індивідуальної доїльної установки ДУ-10 та розробленого насоса

Виробничі випробування проводили на молочній фермі СТОВ «Пологівське» Васильківського району Київської області з використанням корів голштинської породи придатних до машинного доїння у кількості 10 голів, які знаходилися на 2–4 місяці лактації з разовим надоєм – 7–8 кг молока. Визначення показників молоковиведення у корів здійснювали методом груп-періодів за допомогою ковшових лічильників-датчиків УДБ-14.000 [18].

Показники якості отриманого молока визначали згідно чинних нормативних документів. Затрати часу на підготовчі та заключні операції доїння корів визначали за методикою, викладеною в СОУ 74,3-37¬273:2005

«Техніка сільськогосподарська. Установки доїльні для корів. Методи випробувань» [18], шляхом хронометражних спостережень.

Результати досліджень параметрів процесу доїння з використанням індивідуальної доїльної установки ДУ-10 наведено в *табл. 8* [19].

Таблиця 8

Показники процесу доїння у корів з використанням індивідуальної доїльної установки ДУ-10

Показники доїння	Значення
Загальний час доїння, хв.	6,60 ± 0,20
Тривалість машинного доїння, хв.	6,00 ± 0,15
Тривалість холостого доїння, хв.	0,25 ± 0
Тривалість машинного додоювання, хв.	0,35 ± 0,05
Загальний разовий удій молока, кг	7,61 ± 0,19
Машинний удій молока, кг	7,43 ± 0,21
Удій молока під час ручного додоювання, г	21,0 ± 3,0

Результати досліджень рефлексу молоковіддачі при доїнні із використанням індивідуальної доїльної установки ДУ-10 наведено в *табл. 9*.

Таблиця 9

Інтенсивність молоковиведення у корів при доїнні із використанням індивідуальної доїльної установки ДУ-10

Показник	Значення
Середня інтенсивність молоковиведення в цілому за одне доїння, кг/хв.	1,14
Середня інтенсивність молоковиведення під час машинного доїння, кг/хв.	1,25
Максимальна інтенсивність молоковиведення, кг/хв.	1,75
Середня інтенсивність молоковиведення за перші три хвилини доїння, кг/хв.	1,48
у тому числі: за першу хвилину	1,28
за другу хвилину	1,66
за третю хвилину	1,50
Ступінь видоювання корів, % за:	
1 хвилину	16,81
2 хвилини	38,63
3 хвилини	58,34

Результати досліджень показників якості молока, отриманого за допомогою індивідуальної доїльної установки ДУ-10 наведено в *табл. 10.*

Таблиця 10

Якість отриманого із використанням індивідуальної доїльної установки ДУ-10 молока

Показник якості молока	За нормативними вимогами СОУ 74,3-37-273:2005	Значення показника
Кислотність, °Т	<19	19
Ступінь чистоти, група	Не нижче 1	1
Загальне бактеріальне обсіменіння, тис./см^3	< 500	147,6
Колі-титр		1,0
Термостійкість, група	Не нижче 2	1-2
Густина, кг/м	Не менше 1027	1027
Масова частка жиру, %	3,4	4,67
Масова частка білка, %	3,0	2,27

Таким чином, дослідженнями встановлено, що доїльна установка ДУ-10 може ефективно використовуватися як в індивідуальних, так і в фермерських господарствах з поголів'ям до 10 корів. За показниками якості виконання технологічного процесу доїння вона відповідає фізіологічним і технологічним вимогам, забезпечує повне видоювання корів, що сприяє збільшенню разових надоїв молока на 3,5 %, та в незначній кількості на вміст жиру та молочного білку, що у свою чергу впливає на реалізаційну ціну молока. Використання установки ДУ-10 на малих фермах та в індивідуальних господарствах дає змогу отримувати високоякісне молоко, що за нормами ДСТУ 3662-97 відповідає вищому ґатунку за бактеріальним обсіменінням на рівні 147,6 тис/см^3.

Висновки

1. В результаті аналізу існуючих конструкцій вакуумних насосів доїльних установок встановлено, що ротаційний пластинчатий вакуумний насос в порівнянні з іншими має високий механічний ККД 0,8–0,9%, низьку енергоємність 0,06–0,08 кВт · год/м^3, простоту конструкції і обслуговування, швидкохідність, можливість безпосереднього з'єднання з двигуном, що вказує на найбільшу доцільність використання його в якості силового агрегату індивідуальних доїльних установок. Виходячи з недоліків обраного типу насосу визначено напрямки досліджень;

2. В результаті теоретичних досліджень фаз розподілу повітря ротаційного пластинчатого вакуумного насоса визначені розміри та розташування всмоктуючого і нагнітаючого вікон: кут всмоктування $\alpha_{вс}$ = 72,8°; повний кут стиснення $\alpha_{п}$ = 174,8°; кут випуску α = 50,3°; кут нагнітання $\alpha_{наг}$ = 56,8°; кут шкідливого простору δ = 58,7°, кут закінчення всмоктування $\varphi_{вс}$ = 131,5°.

3. В результаті експериментальних досліджень фаз розподілу повітря ротаційного пластинчатого вакуумного насоса були отримані динамічні залежності, що характеризують зміну вакуумметричного тиску від кута повороту ротора насоса при різних його частотах обертання. Згідно розрахованого коефіцієнту кореляції між теоретичними та експериментальних

даними (0,89) підтверджено теоретичну модель фаз розподілу повітря ротаційного вакуумного насоса;

4. За результатами виробничих випробування розробленої індивідуальної доїльної установки ДУ-10 з ротаційним пластинчатим вакуумним насосом встановлено, що вона забезпечує повне видоювання корів, що сприяє збільшенню разових надоїв молока на 3,5%, та в незначній кількості на вміст жиру та молочного білку, що у свою чергу впливає на реалізаційну ціну молока. Використання установки ДУ-10 на малих фермах та в індивідуальних господарствах дає змогу отримувати високоякісне молоко, що за нормами ДСТУ 3662-97 відповідає вищому ґатунку за бактеріальним обсіменінням на рівні 147,6 тис/см^3.

ЛІТЕРАТУРА

1. Національний проект «Відроджене скотарство» / Міністерство аграрної політики та продовольства України, Національна академія аграрних наук України: [Текст, таблиці, додатки]. К. : ДІА, 2011. 44 с.

2. ISO 3918. Milking machine installations – Vocabulary. Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization, 2007. 42 p.

3. ISO 5707. Milking machine installations – Construction and performance. Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization, 2007. 52 p.

4. ISO 6690. Milking machine installations – Mechanical tests. Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization, 2007. 46 p.

5. Шевченко І. А., Павленко С. І, Алієв Е. Б., Бєлка О. В. Технічне забезпечення виробництва якісного молока у господарствах населення. *Техніка і технології АПК*. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2012. № 1 (28).

6. Pobedinschi V., Badinter E., Ioiser A. Perfection ofmethods and testingmeans of milking systems. *Proceedings of the International Conference held in Nitra, Slovak Republic.* 2005. № 10. P. 185–192.

7. Rasmussen M. D., Madsen N. P. Effects of Milkline Vacuum, Pulsator Airline Vacuum, and Cluster Weight on Milk Yield, Teat Condition, and Udder Health. *Journal of Dairy Science.* 2000. № 83. P. 77 –84.

8. Фененко А. І. Механізація доїння корів. Теорія і практика: Монографія. К., 2008. 198 с.

9. Пат. 46831 Україна, МПК (2009) F04C 2/00. Вакуумний пластинчасто-роторний насос / А.О. Парієв, С.І. Павленко, С.В. Дубовенко, В.Ю. Дудін; заявник і патентовласник Ін–т мех. тв–ва УААН. – № u 2009 06676; заявл. 25.06.2009; опублік. 11.01.2010, Бюл. №1, 2010 р.

10. Павленко С. І., Дудін В. Ю., Алієв Е. Б. Дослідження умов роботи в спряжені пластина-статор ротаційного вакуумного насоса індивідуальної доїльної установки. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України.* Серія: техніка та енергетика АПК. К., 2012. Вип. 170. Ч. 1. С.169–180.

11. Дудін В. Ю., Павленко С. І., Потеруха Б. Т. Підвищення ефективності роботи вакуумних установок доїльного обладнання. *Механізація, екологізація*

та конвертація біосировини в тваринництві: зб. наук. праць / Ін-т мех. тваринництва НААН. Запоріжжя, 2009. Вип. 3 (3). С. 8–13.

12. Алієв Е. Б. Теоретичне дослідження впливу технічних параметрів доїльної установки на швидкість молоковіддачі. *Сучасні проблеми вдосконалення технічних систем і технологій у тваринництві: Вісник харківського Національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка.* Харків, 2011. Вип. 108. С. 92–98.

13. Павленко С. І., Дудін В. Ю., Алієв Е. Б. Оптимізація конструктивно-режимних параметрів ротаційного вакуумного насоса індивідуальної доїльної установки. *Механізація, екологізація та конвертація біосировини в тваринництві:* зб. наук. праць / Ін-т мех. тваринництва НААН. Запоріжжя, 2011. № 1(7). С. 240–252.

14. Павленко С. І. Дудін В. Ю., Дубовенко В. С. Експериментальні дослідження показників робочого процесу вакуумного насоса. В*досконалення технології та обладнання виробництва продукції тваринництва: Вісник харківського Національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенк*а. Харків, 2010. Вип. 93. С. 464–468.

15. ДСТУ 4397 : 2005. Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування. К.: Держспоживстандарт України, 2005. 15 с.

16. Дудін В. Ю. Фази розподілу повітря ротаційного вакуумного насоса з тангенційним розміщенням пластин. *Геотехнічна механіка*: Міжвід. зб. наук. праць Ін-т геотехнічної механіки ім. М. С. Полякова НАН України. Дніпропетровськ: 2008. Вип. 75. С. 254–258.

17. Техніка сільськогосподарська. Установки доїльні для корів. Методи випробувань: СОУ 74.3-37-273:2005. [Чинний від 2006-08-01]. К.: Стандарт Мінагрополітики України, 2006. 46 с. (Національні стандарти України).

18. Дудін В. Ю., Алієв Е. Б. Результати випробувань індивідуальної доїльної установки ДУ-10 з ротаційним пластинчатим вакуумним насосом. *Технічні системи і технології тваринництва: Вісник харківського Національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка.* Харків, 2013. Вип. 132. С. 453–458.

19. Дудін В. Ю., Павленко С. І. Техніко-економічне обґрунтування застосування ротаційного пластинчатого вакуумного насоса у складі індивідуальної доїльної установки. *Механізація та електрифікація сільського господарства.* Глеваха, 2013. Вип. 91. Т. 1. С. 564–569.

ДИНАМІКА РОСТУ ВІДГОДІВЕЛЬНОГО МОЛОДНЯКУ СВИНЕЙ ЗА ДІЇ ПРОБІОТИЧНОГО ПРЕПАРАТУ

Бегма Н. А.

У сучасних умовах зі збільшенням виробництва дуже актуальним є пошук та залучення джерел біологічно активних речовин для сільськогосподарських тварин, що дозволяє знизити перевитрату кормів і краще використовувати поживні речовини корму. Проведені упродовж останніх років дослідження свідчать про збільшення частоти шлунково-кишкових захворювань серед молодняку тварин, які призводять до зниження імунобіологічної реактивності організму поросят та завдають значних збитків господарствам. За останні два десятиліття у практиці гуманної та ветеринарної медицини для профілактики та лікування розладів шлунково-кишкового тракту широкого розповсюдження набули мікробні препарати – пробіотики. Вони, на відміну від антибіотиків, не викликають звикання з боку умовно-патогенної мікрофлори, а продукти їх життєдіяльності не накопичуються в органах і тканинах тварин та не впливають на якість продукції [14].

Промислове ведення тваринництва базується на збалансованій годівлі, що забезпечує потреби тварин у поживних речовинах та відповідних умовах утримання. Поряд з цим, важливим є уникнення стрес-факторів, які здатні викликати імуносупресію і підвищену чутливість до хвороб, наслідком чого є зниження продуктивності тварин. Спеціалістами ветеринарної медицини для підвищення перетравності й засвоєння кормів, стимуляції росту та розвитку тварин, підвищення неспецифічного імунітету застосовуються ферментні, пробіотичні, пребіотичні і комбіновані ферментно-пробіотичні препарати, а також комплексні пробіотичні препарати, збагачені фітокомпонентами [6]. Пробіотики позитивно впливають на організм, сприяють відновленню травлення, біологічного статусу, імунної відповіді, підвищують ефективність вакцинацій. Застосування пробіотиків суттєво зменшує витрати на лікування захворювань, підвищує продуктивність і покращує якість тваринницької продукції [8].

Враховуючи стрімке зростання ринку пробіотиків, мікробних кормових добавок і розширення спектру живих мікроорганізмів, що отримали можливість вільної інтродукції в навколишнє середовище, їх безпека набуває глобального характеру і є невід'ємною частиною загальної системи біобезпеки внутрішнього ринку тваринницької продукції в охороні здоров'я тварин [12].

В даний час оцінка безпеки мікроорганізмів, що використовуються в біотехнології виробництва харчових продуктів, пробіотичних лікарських засобів та мікробних добавок, вважається ключовим питанням при отриманні дозволу на вихід ринку [9].

Встановлено, що препарати пробіотичної дії за ефективністю застосування не поступаються антибіотикам (кормового і ветеринарного призначення), не мають негативної побічної дії на організм тварини і мікрофлору кишечника, так як є екологічно безпечними, а їх використання дозволяє отримати продукцію тваринництва, що не містить залишків

хіміотерапевтичної дії і антибіотичних препаратів. Саме використання пробіотиків дозволяє запобігти виникненню імунодефіцитних станів та супутних їм захворювань тварин. Механізм дії пробіотиків складається з конкурентної взаємодії з гнильними та умовно-патогенними мікроорганізмами шлунково-кишкового тракту, внаслідок чого підвищується чисельність популяцій корисної мікрофлори, покращується засвоюваність поживних речовин корму завдяки прискореному перебігу метаболічних процесів. У мікрофлорі ШКТ молодняку переважають кисломолочні бактерії – лактобацили і коротколанцюгові стрептококи, здатні до адгезії в несекреторної частини шлунку. Пробіотичні препарати надають помітний стимулюючий вплив на імунологічний статус, сприяють нормалізації біохімічних показників сироватки крові тварин, відновленню кальцій-фосфорного співвідношення, зниження активності лужної фосфатази [11].

Для ефективного виробництва свинини з використанням кормів власного виробництва важливого значення набуває раціональне використання біологічно активних речовин, які нормалізують мікрофлору травного каналу та сприяють поліпшенню перетравності поживних речовин корму. З метою підвищення продуктивності та більш ефективного використання кормів у раціонах молодняку свиней на відгодівлі використовують кормові добавки, які стимулюють їх ріст і розвиток [14].

В останні роки з метою підвищення ефективності використання тваринами поживних речовин кормів до складу раціонів включають різні кормові добавки, у тому числі пробіотичні препарати. Проведеними дослідженнями показано також, що використання окремих пробіотиків у раціонах різних вікових груп свиней істотно покращує кількісний і якісний склад мікробіоценозу шлунково-кишкового тракту, стимулює ферментацію важкодоступних компонентів корму, суттєво підвищує перетравність поживних речовин [12].

В умовах сьогодення все частіше проявляється тенденція до застосування препаратів природного походження, що дозволяє уникнути багатьох побічних ефектів, оскільки механізм їх дії істотно відрізняється від синтетичних і ґрунтується, перш за все, на активації природних захисних реакцій організму. У зв’язку з цим, особливу увагу в системі як підвищення продуктивності, так і профілактики шлунково-кишкових захворювань, заслуговує застосування пробіотичних кормових добавок, антибактеріальні і антифунгіальні властивості яких обумовлені високим антагоністичним проявом до широкого спектру патогенних і умовно патогенних мікроорганізмів. Зважаючи на особливу значимість зазначеної проблеми в інтенсифікації розвитку свинарства, необхідно відслідковувати особливості використання пробіотичних кормових добавок в годівлі свиней як важливо необхідних стимуляторів обмінних процесів живлення при їх використанні у раціонах тварин, досліджувати вплив як на репродуктивні властивості свиноматок, так і на функціональний стан розвитку ремонтного та відгодівельного молодняку, а також на якісні показники отриманої м’ясної продукції [3].

Аналіз періодичної спеціальної літератури показав, що на даному етапі розвитку комбікормової промисловості в годівлі тварин застосовується чимало кормових добавок. Великі фірми почали постачати на ринок України кормові добавки нового покоління різного напряму: смакові й ароматичні речовини, ферментні препарати, пробіотики. Згодовування біологічно-активних добавок молодняку тварин забезпечує максимальне використання поживних речовин, позитивно впливає на перетравність та їх засвоєння, що сприяє раціональному використанню кормів та підвищенню продуктивності тварин [10].

Прогресивна технологія виробництва продуктів тваринництва передбачає не тільки збереження здоров'я та підвищення продуктивності сільськогосподарських тварин, але й створення та збереження стабільної кормової бази. Для підвищення продуктивності тварин, оптимального засвоєння ними корму, для лікування та профілактики низки хвороб, а також для силосування кормів застосовують пробіотики – бактеріальні препарати на основі живих мікробних культур [6].

В сучасних умовах розвитку сільськогосподарського виробництва розроблення та застосування нових профілактичних, лікувальних засобів, які могли б гарантувати зменшення втрат поголів'я тварин і підвищення його стійкості до хвороб різноманітної етіології, є досить актуальною проблемою. Особливу увагу у ветеринарній медицині приділяють боротьбі із опортуністичними кишковими інфекціями. Протягом останніх двох десятиліть у світі різко зріс інтерес до біологічних препаратів, що містять стабілізовані культури симбіотичних живих мікроорганізмів, або продуктів їх ферментації – пробіотиків. Цьому сприяв також бурхливий розвиток біотехнології і ліофілізаційної техніки. Термін «пробіотик» у західній медичній літературі все частіше визначається як «препарат мікробних клітин або їх компонентів з корисним впливом на здоров'я та самопочуття господаря». Нормальна діяльність багатьох систем організму тварин і людей значною мірою залежить від видового складу та міжвидового співвідношення мікроорганізмів, що заселяють їх з моменту народження. Незважаючи на те, що на сучасному етапі існує багато препаратів з використанням пробіотиків для корекції вторинних імунодефіцитів напрямок робіт є актуальним. Постійна зміна факторів, які впливають на виникнення вторинних імунодефіцитів, створює необхідність в розробці нових препаратів [7].

Різні порушення мікробіоцинозу травного тракту призводить до зриву різних систем організму, знижуючи зоотехнічні показники продуктивності сільськогосподарських тварин. Використання кормових добавок пре- та пробіотичної дії сприяє заселенню шлунково-кишкового тракту корисними видами мікроорганізмів, фізіологічного зростання тварин, внаслідок чого скорочуються витрати корму [1].

Для взаємодії окисно-відновних та обмінних процесів в організмі тварин, а також відновлення фізіологічної функції шлунково-кишкового тракту молодняку тварин, підвищення продуктивності важливим є відновлення кишкового біоценозу шляхом введення в організм живих бактерій – представників нормальної кишкової мікрофлори [3].

Застосування пробіотиків з лікувально-профілактичною метою, на відміну від антибіотиків, стимулює імунну відповідь організму тварин, відновлює нормоценоз, водночас продукція тваринництва залишається екологічно безпечною. Пробіотичні препарати не мають протипоказань щодо застосування, не зумовлюють побічних реакцій навіть у дозах, значно вищих від рекомендованих. У нинішній час пробіотики можуть бути використанні для: стимуляції неспецифічного імунітету тварин; профілактики і лікування змішаних шлунково-кишковних інфекцій, а також при розладах травлення аліментарної етіології (дисбактеріози, гострі ацидози та ін.), що виникають внаслідок різкої зміни складу раціону, порушення режимів годівлі; переустановлення мікрофлори травного тракту після лікування антибіотиками або антибактеріальними засобами хіміотерапії; заміни антибіотиків у кормах для молодняку тварин і птиці; прискорення адаптації тварин до високоенергетичних раціонів; підвищення ефективності використання кормів та продуктивності тварин і птиці; подолання наслідків технологічних стресів, зумовлених вакцинацією, транспортуванням та іншими діями, що передбачені технологією виробництва. Однією із найскладніших проблем при виготовленні пробіотиків є відбір бактеріальних штамів, призначених для ефективної колонізації шлунково-кишкового тракту. При цьому, як вказують спеціалісти, штами, які використовують для створення біопрепаратів, повинні: вибірково пригнічувати ріст патогенних культур, мати високу ферментативну, синтетичну і метаболічну активність, стимулювати імунобіологічні системи організму [16].

Пробіотики, на відміну від антибіотиків, не надають негативної дії на нормальну мікрофлору, тому їх широко застосовують для лікування та профілактики дисбактеріозів. Водночас ці біопрепарати характеризуються вираженою клінічною дією при лікуванні гострих кишкових інфекцій. Вони здатні підвищувати протиінфекційну стійкість організму, надавати у ряді випадків антиалергенну дію, регулювати та стимулювати травлення (Smith). У зв'язку з цим пробіотики слід розглядати як частину раціональної годівлі тварин, для підтримки їх здоров'я та отримання продукції високої якості, безпечної, як у бактеріальному, так і в хімічному відношенні [14].

Останнім часом велику увагу дослідників привертає розробка кормових добавок з використанням живих культур мікроорганізмів, так званих пробіотичних продуктів. Стратегія в створенні цих продуктів направлена, перш за все, на забезпечення фізіологічної потреби організму тварин в біологічно активних речовинах. Незважаючи на той факт, що корисні властивості нормальної кишкової мікрофлори відомі вже понад 100 років, зацікавленість пробіотиками, особливо дослідження їх фармакологічних властивостей, набуває значної актуальності на сьогоднішній день як у гуманній, так і у ветеринарній медицині. Адже відомо, що нормальна кишкова мікрофлора бере участь у підтримці колонізаційної резистентності слизової кишечнику і відіграє важливу роль у попередженні захворювань [6].

Крім того, пробіотики в кишечному тракті тварин діють як біокаталізатори, продукуючи ряд амінокислот, травних ферментів, вітамінів, підвищуючи тим самим ступінь засвоєння білків та жирів, збільшують

вироблення коротколанцюгових жирних кислот. Систематичне використання пробіотиків сприяє підвищенню резистентності, запобігає виникненню алергічних реакцій, попереджає виникнення дисбактеріозів, має протипухлинний та антимутагенний ефект [14].

Профілактують пробіотики також шлунково-кишкові захворювання, стимулюють зростання молодняку та сприяють заселення кишечника індигенною (власною) біфідофлорою, яка пригнічує хвороботворні бактерії, посилюють всмоктування поживних речовин, що активізують захисні сили організму [4].

Подібні дослідження описані у наукових роботах, в яких встановлено, що включення пробіотиків до системи вирощування молодняку тварин знижує захворюваність на шлунково-кишкові хвороби, скорочує тривалість вирощування, знижує витрати кормів, підвищує збереження, покращує забійні та м'ясні якості молодняку свиней. Пробіотики стимулюють місцеву імунну систему кишечника, синтез інтерферону та інших інгібіторів розмноження вірусів, за рахунок чого підвищується резистентність тварин до патогенних кишкових вірусів. Крім того, пробіотики в процесі життєдіяльності синтезують ферменти, покращують травлення, вітаміни групи В, амінокислоти, знижують pH [9].

У процесі боротьби з інфекційними хворобами насамперед звертають увагу на патогенні мікроорганізми (збудники цих хвороб), забуваючи про постійний супутник тваринного організму – його нормальну мікрофлору, яка має величезне значення у виникненні та розвитку хвороби, сприяє чи перешкоджає її прояву, а нерідко – блокують шляхи та можливості розвитку інфекційного процесу. Тому раціональна терапія та профілактика інфекційних хвороб бактеріальної та вірусної етіології повинні базуватися на знаннях мікробної екології тваринного організму та її ролі у підтримці здоров'я [2].

Практичне використання пробіотиків тісно пов'язане з корекцією дисбактеріозів, регулюванням мікробіологічних процесів у травному тракті, профілактикою та лікуванням захворювань шлунково-кишкового тракту аліментарної та інфекційної етіології [1].

Більшість вчених відзначають позитивний вплив пробіотиків на продуктивність та збереження тварин. Також відіграють важливе значення у забезпеченні відтворювальних функцій тварин (настання статевої зрілості, запліднюваності) [10].

Численні публікації показують, що включення пробіотиків у систему вирощування молодняку тварин знижує захворюваність на шлунково-кишкові хвороби, скорочує тривалість вирощування, зменшує витрати корму та підвищує безпеку. Пробіотики покращують забійні та м'ясні якості молодняку сільськогосподарських тварин та птиці. Багаторічне використання пробіотиків в Україні та за кордоном свідчить, що пробіотики повинні розглядатися як невід'ємний компонент раціональної годівлі тварин [3].

Для захисту глобального ринку від продукції неясного генетичного статусу, створення рівних умов для всіх компаній, що виробляють мікробні добавки, та сприяння набувачам у компетентному виборі продукції необхідне

прийняття міжнародного консенсусу щодо оцінки безпеки та ефективності мікробних кормових добавок [4].

Пошук нових ефективних шляхів корекції мікрофлори шлунково-кишкового тракту є одним з важливих у сучасній біотехнології. Найбільш виправданим, з екологічних позицій, методом санації бактеріоносіїв та збудників кишкової інфекції є застосування бактеріальних препаратів з живих мікроорганізмів здатних проявляти антагоністичну і конкурентну дію по відношенню до патогенних мікробів. Основне призначення пробіотичних препаратів – захист нормальної кишкової мікрофлори через стимуляцію росту ендогенної популяції корисних бактерій або через внесення в кишечник ряду корисних бактерій, шляхом регуляторного застосування. Проте, на сьогодні використання в лікувальній практиці різних препаратів з живих мікробів не забезпечує достатнього профілактичного і лікувального ефекту та проявляється нерідко лише в стабілізації нормальної мікрофлори кишечнику без витіснення патогенних представників. Тому селекція, розробка і впровадження пробіотичних препаратів є пріоритетним напрямком у біотехнології всіх високорозвинених країн з промисловим веденням тваринництва. Пробіотичні препарати є одним з найбільш екологічно чистих препаратів. Вони не викликають звикання зі сторони патогенної мікрофлори і не нагромаджуються в органах та тканинах, не дають побічних ефектів, не шкідливі для людей і навколишнього середовища. Динамічність сучасного свинарства потребує пошуку методів підвищення продуктивності тварин. Забезпечити повноцінну та збалансовану годівлю тварин неможливо без використання сучасних технологій у виробництві тваринницької продукції. Особливо важливого значення біологічно активні речовини набувають у зв'язку з інтенсифікацією свинарства, коли використання цих добавок у раціонах забезпечують високі показники продуктивності за найменших витрат кормів на одиницю продукції. Поряд з виробництвом мінеральних і вітамінних преміксів все більш популярними стають добавки мікробіологічного походження. Постійно ведеться пошук нових засобів, які оптимізують процеси травлення, обмін речовин і завдяки цьому підвищується поживна цінність раціону та засвоєння поживних речовин [14].

Увагу дослідників привертають спороутворюючі бактерії роду *Bacillus*, як найбільш яскраві представники екзогенної мікрофлори. Досить великий арсенал цього роду бактерій випробовувався як терапевтичні засоби при гострих і хронічних інфекціях: *Bacillus cereus, B. polymyxa, B. coagulans, B. brevis, B. megaterium, B. pumilus, B. laterosporus* та ін. Однак, найбільш повно і всебічно вивчені види *B. subtilis* і *B. licheniformis* [17; 18].

До числа нових кормових добавок можна віднести комплексний 4-х штамовий високоактивний споровий пробіотик *«NatuPro» Bioproton* (Фінляндія). Аналіз літературних джерел свідчить, що включення до комбікорму та кормових сумішей для свиней біологічно активних речовин, у тому числі пробіотиків, дозволяє підвищити інтенсивність зростання тварин і покращити конверсію корму. Незважаючи на всі позитивні властивості спороутворюючих бактерій роду *Bacillus,* багато механізмів дії спорових пробіотиків залишаються недостатньо вивченими, а лікувальний та

зоотехнічний позитивний ефект використання потребує подальшого підтвердження. У зв'язку з тим, що даних щодо впливу згодовування «*NatuPro»* різних модифікацій на продуктивність тварин недостатньо, виникає необхідність вивчення зоотехнічної ефективності згодовування даного пробіотика молодняку свиней у складі повнораційних кормів, а дослідження, присвячені вивченню ефективності і доцільності використання при вирощуванні відгодівельного молодняку свиней пробіотика *«NatuPro»* різних модифікацій є актуальними [13].

Таким чином, використання пробіотиків слід розглядати не тільки як засіб для підтримання здоров'я тварин, але й як фактор отримання продукції високої якості, безпечної як в бактеріальному, так і хімічному відношенні. Пошук, вивчення і спрямоване застосування ефективних штамів мікроорганізмів, особливо целюлозолітичної дії, має високу науково-практичну цінність для тваринництва. Тому застосування пробіотичних препаратів у свинарстві є дуже перспективним способом вирішення багатьох проблем.

Метою наших досліджень було обґрунтування впливу пробіотичної кормової добавки *«NatuPro»* в раціонах молодняку свиней на підвищення інтенсивності росту, розвитку та безпеки тварин в умовах фермерського господарства «ЮКАН-2005» Новомосковського району Дніпропетровської області.

«NatuPro» – комплексний високоактивний споровий пробіотик, який містить 4 штами Bacillus з високою активністю, які допомагають у підтримці кишкової мікробіоти, що призводить до поліпшення здоров'я кишечника та продуктивності тварин і підвищення природної резистентності організму сільськогосподарських тварин: 2 – *Bacillus amyloliquefaciens*, 1 – *Bacillus licheniformis* та 1 – *Bacillus subtilis* [13].

Наявність декількох штамів є потужним засобом, так як воно забезпечує синергію роботи бактерій, дозволяючи їм витісняти патогени, що розвиваються, і покращувати мікробний баланс у травній системі тварини. Стійкий до сильно кислого середовища верхніх відділів травного тракту та можна застосовувати разом з антибіотиками. Має високу термостабільність до 130 °С. Працює проти грампозитивних та грамнегативних патогенів. Два штами *Bacillus amyloliquefaciens*, що мають різний геномний характер – ширший спектр дії. Штами *Bioproton Bacillus* продукують позаклітинні деградуючі (розщепляючі, модифікуючі) ферменти, включаючи протеазу, амілази і т.д. *Bacillus licheniformis* також може продукувати пептид ліхеніцидину, який бере участь у вироблення антибіотиків, таким чином, виявляючи антимікробну активність.

Кормова добавка *«NatuPro»* являє собою сипучий порошок білого кольору, який не містить генетично модифіковані продукти та організми. Вміст шкідливих домішок – у гранично допустимих нормах.

Метою застосування пробіотиків є відновлення порушеного балансу мікроорганізмів, які заселяють шлунково-кишковий тракт тварин. Тобто, дія пробіотиків спрямована на профілактику можливих дисбактеріозів і пов’язаних із ними захворювань. Пробіотики пригнічують розмноження або згубно впливають на патогенні бактерії в кишечнику тварин. Вони не мають негативної дії на організм новонароджених поросят, не викликають у них

побічних реакцій і не призводять до розвитку стійкості штамів мікроорганізмів відносно лікувальних засобів [3].

Антибіотики чинять більшу дію на шлунок, тоді як *«NatuPro»* проростає та розмножується у тонкій кишці. Альтернативи, такі як пробіотики, можуть бути використані для боротьби із захворюваннями як профілактичний засіб.

Кормова добавка *«NatuPro»* є термостабільна, може бути включена до екструзії або гранулювання.

Тому використання кормової добавки *«NatuPro»* в годівлі молодняку свиней при м'ясній відгодівлі викликало нашу зацікавленість, що ми вирішили експериментально довести при відгодівлі молодняку свиней помісних генотипів.

Результати дослідження. Для проведення науково-господарського досліду сформували дві групи тварин: I – контрольна, яка споживала основний раціон (ОР), II – дослідна, яка окрім основного раціону споживала 0,3 кг/т пробіотику *«NatuPro»*. Схема досліду наведена в *табл.1*.

Таблиця 1

Схема досліджень

Група	Кількість тварин, голів	Характер годівлі
I - контрольна	20	Основний раціон (ОР)
II - дослідна	20	ОР + 0,3 кг/т пробіотику «NatuPro»

Всі групи впродовж дослідного періоду отримували повнораціонний комбікорм наступного складу: зерно пшениці (35%), ячменю (38%), кукурудзи (12%), БВМД «Гровер-фініш» (15%), а II група ще і 0,3 кг/т кормової добавка *«NatuPro»*, про що свідчать дані *табл. 2.*

Таблиця 2

Вміст концентратів в загальній кількості комбікорму, %

Показник	Група	
	I (контроль)	II (дослід)
Пшениця	35	35
Ячмінь	38	38
Кукурудза	12	12
БВМД *«Гровер-фініш»*	15	14,7
Кормова добавка *«NatuPro»*	-	0,3
В кормі міститься:		
Обмінна енергія	11,95	12,68
Чиста енергія	8,15	9,06
Загальний протеїн	128	149
Лізин	5,48	8,7
Метіонін + цистин	3,95	6,0
Кальцій	5,09	7,3
Фосфор	1,02	2,4
Натрій	0,9	1,4
Вітаміни: A	5200	7500
D	530	1500
E	4	15

Для складання раціонів визначали фактичну поживність кормових засобів, використаних у досліді, шляхом проведення хімічного аналізу. За основними поживними речовинами раціони відповідали нормам годівлі.

«NatuPro» є продуктом для здоров'я кишечника, та за його допомогою не проводяться переформулювання раціону.

Встановлено, що використання кормової добавка у раціоні свиней дослідної групи істотно позначилося на кількості поживних речовин, а особливо – сирому протеїні, якого було на 16,4% більше порівняно з комбікормом контрольної групи.

Включення кормової добавка *«NatuPro»* в раціони годівлі молодняку свиней позитивно вплинуло на перетравлення поживних речовин і сприяло одержанню кращих показників продуктивності у свиней дослідної групи. Оскільки основні компоненти корму складаються переважно із зернових компонентів, що важко розщеплюються, використання *«NatuPro»* є доцільним.

Динаміка живої маси та середньодобових приростів поросят у показана в *табл. 3*.

Таблиця 3

Динаміка живої маси та середньодобових приростів піддослідних груп свиней

Показник	Група	
	I (контроль)	II (дослід)
Жива маса однієї голови, кг:		
на початок досліду	61,5 ± 0,41	61,6 ± 0,37
на кінець досліду	102,21 ± 0,52	111,04 ± 0,47***
Приріст за дослід	40,71	49,44
Середньодобові прирости живої маси, г:	703,4 ± 6,35	810,8 ± 22,4 ***
У % до контролю: за дослід	100	115,3

Примітка: P ≥ 0,999

Із наведених у *табл. 3* результатів видно, що на початку досліду тварини обох груп за середньою живою масою не відрізнялися. На кінець досліду тварини I-ї групи мали живу масу 102,21 кг, II-ї – 111,04 кг, різниця суттєва і вірогідна, складає 8,73 кг (8,63% за P ≥ 0,999).

Середньодобові прирости живої маси у тварин дослідної групи були вищими у порівнянні з аналогами контрольної групи на 107,4 г (15,3% за P ≥ 0,999). Таким чином, приріст живої маси за період експерименту у тварин дослідної групи по відношенню до контрольної був вищим на 21,4% (*рис. 1*).

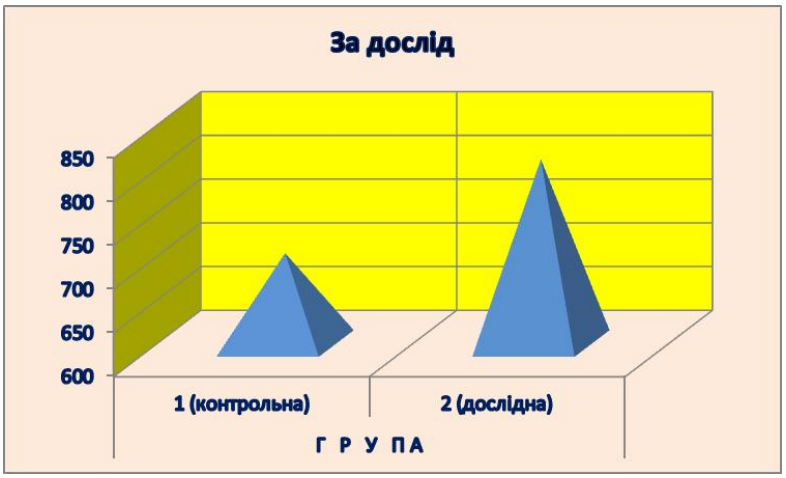


Рис. 1. Відносний до контролю вплив кормової добавки *«NatuPro»* на інтенсивність середньодобових приростів живої маси тварин, %

Нами порахована економічна ефективність використання кормової добавка *«NatuPro»* в годівлі молодняку свиней, де використовували основні економічні показники, які визначають рівень рентабельності виробництва продукції будь-якої галузі, а саме собівартість 1 ц приросту молодняку свиней і реалізаційна вартість 1 ц продукції.

Найвищий ефект на ріст та розвиток тварин було отримано при добавці пробіотичного препарату *«NatuPro»* у кількості 0,3 кг/т, який в травному тракті підвищує доступність поживних речовин комбікормів, які згодовували молодняку свиней: від реалізації продукції однієї голови з першої групи отримали 4190,61 грн.; II – 4552,64 грн.; вартість додаткової продукції на 1 голову склала у II групі 362,03 грн. Із даних видно, що кормова добавка *«NatuPro»* впливає на формування основних витрат та отримання чистого прибутку в розрахунку на 1 голову.

Застосування пробіотику *«NatuPro»* позитивно вплинуло на фізіологічний стан, продуктивність, збереженість та природну резистентність.

Живі спороутворюючі бактерії роду *Bacillus*, що входять до складу кормової добавки, сприяють відновленню нормофлори шлунково-кишкового тракту. За рахунок продукції бактеріями спороутворюючими біологічно активних речовин і ферментів, добавка активізує процеси травлення, стимулює обмінні процеси, покращує засвоєння поживних речовин корму. Застосування добавки нормалізує мікрофлору кишечника, покращує процес травлення, сприяє підвищенню природної резистентності організму сільськогосподарських тварин.

Багатокомпонентний склад (амінокислоти, вітаміни, ферменти, інші біологічно активні речовини) і різнобічна фармакологічна дія дозволяють застосовувати пробіотики з високим ефектом для профілактики та лікування шлунково-кишкових хвороб і дисбактеріозів, порушень обміну речовин (гіповітамінози, анемії та ін.) регуляції післястресових станів, особливо в період технологічно обов'язкових заходів, коригування антимікробної терапії,

попередження рецидивів хвороб, підвищення продуктивності та стимуляції росту тварин.

Таким чином, на підставі проведеного експерименту доцільно зробити висновок, що для свиней з високим генетичним потенціалом, який дозволяє формувати в тілі тварини велику кількість м'яса, при невеликих відкладеннях сала, слід вводити до кормосуміші кормову добавку *«NatuPro»* в кількості 0,3 кг/т. Це забезпечить достовірне покращення на 15,3% інтенсивність росту тварин за рахунок кращого використання поживних речовин корму, підвищує імунітет та підтримує у нормі стан здоров'я тварин, сприяє реалізації їх генетичного потенціалу продуктивності та одержанню екологічно чистої продукції тваринництва, знизить витрати корму на одиницю продукції, дозволить отримати додатковий прибуток, що є економічно вигідним заходом.

ЛІТЕРАТУРА

1. Акименко Л. І. Пробіотики у ветеринарній медицині. *Ветеринарна медицина України*. 2005. № 5. С. 37–40.

2. Бакулина Л. Ф., Перминова Н. Г., Тимофеев И. В. Пробиотики на основе спорообразующих микроорганизмов рода *Bacillus* и их использование в ветеринарии. *Биотехнология*. 2001. №2. С. 48–56.

3. Блайда І. М. Обмін речовин в організмі ремонтних свинок за згодовування пробіотичної кормової добавки «ПРОПІГ». *Біологія тварин*. Львів, 2017. Т. 19. № 3. С. 18–24. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bitv_2017_19_3_4.

4. Гнатюк С. А. Зростає ефективність використання преміксів у свинарстві. *Свинарство України*. 2012. №1. С. 80–81.

5. Дерев'янко С. В. Пробіотичні препарати для профілактики і лікування хвороб та стимуляції росту сільськогосподарських тварин і птиці. *Ветеринарна медицина*. Харків, 2004. Вип. 84. С. 819–823.

6. Жила М. І., Кушнір І. М., Левицький Т. Р. Фармакологічні властивості пробіотичних кормових добавок та їх вплив на продуктивність поросят при відгодівлі. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок*. 2014. Вип. 15, № 1. С. 158–163. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ntbibt_2014_15_1_33.

7. Завірюха Г. А., Васильєва Т. Б. Результати дослідження штамів пробіотиків в системі розробки нового препарату для корекції вторинних імунодефіцитів у тварин. *Вісник Сумського національного аграрного університету.* Серія: Ветеринарна медицина. 2014. Вип. 1. С. 132–136. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_vet_2014_1_38.

8. Коцюмбас І. Я., Жила М. І., Шкіль М. І. Пробіотики – необхідна складова при сучасних технологіях вирощування тварин. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Ґжицького*. 2013. Т. 15, № 3(2). С. 174–181. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2013_15_3(2)__33.

9. Кравців Р. Й., Кравців Ю. Р., Маслянко Р. П. Сучасні погляди на формування та застосування пробіотиків. *Ефективні корми та годівля.* 2009. №5. С. 20–22.

10. Кучерявий В. П. Особливість використання поживних речовин раціону молодняком свиней при згодовуванні пробіотиків. *Корми і кормовиробництво.* 2014. Вип. 78. С. 130–135. Режим доступу: http://fri.vin.ua/download_materials/catalogues/78.pdf

11. Малина В. В**.,** Бондаренко Л. В**.,** Гришко В. А**.** Вплив пробіотику протекто-актив на продуктивні якості молодняку свиней при вирощуванні їх в умовах промислових технологій. *Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С.З. Ґжицького*. 2013. Т. 15. № 1 (55) Ч. 4. 2. С. 118–122. Режим доступу: http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/1661

12. Мартинюк О. Ефективність пробіотиків у свинарстві. *Аграрне інтернетвидання Mizez*. 2020. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://mizez.com/news/efektivnst-probotikv-u-svinarstv.

13. Мусіч О. І. Микитюк В.В., Бегма Н. А**.** Використання пробіотичної кормової добавки «NatuPro» у годівлі молодняку свиней. *Зб. Наук. Праць XIX Всеукр. наук.-практ.-конф.*/ Інститут біології тварин НААН. Львів. Ж. Біологія тварин, 2020. Т. 22, № 4. С. 84. Режим доступу: https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/3981/1/%D0%A1.%2084.pdf

14. Перспективи застосування пробіотичних та ферментних препаратів у свинарстві: Монографія / В. В. Малина, Л. В. Бондаренко, В. П. Лясота, В. А. Гришко, Ю. О. Балацький, С. П. Бабенко, О. О. Чернявський, М. М. Сломчинський, В. В. Болоховський, В. А. Болоховська. Біла Церква, 2017. 243 с. Режим доступу: http://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/1661/1/Perspektyvy_zastosuvannia.pdf

15. Anadyn A., Martinez-Larranaga M., Aranzazu-Martinez M. Probiotics for animal nutrition in the European Union. Regulation and Safety Assessment. Regulatory Toxicology. *Pharmacology.* 2006. Vol. 45. URL: https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.465.6674&rep=rep1&type=pdf

16. Immimomodulation of mucosal immune response by probiotics / O. Perdigon, C. Maldonado, Galdeano[et al.]. *Curr. Trends Immunol*. 2005. № 6. P. 69–85. URL: https://www.caister.com/cimb/v/v10/37.pdf

17. Fuller Ray. Probiotics. The scientific basis. Chapman & Hall. London, N.Y, Tokyo, 1992. 397 p.
URL:https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1733548

18. Perdigon G. Lactic acid bacteria and their effect on the immune system / G. Perdigon, R. Fuller, R. Raya. *Curr. Issues Intest. Microbiol*. 2001. Vol. 2, № 1. P. 27–42.
URL:https://www.researchgate.net/publication/11644973_Lactic_Acid_Bacteria_and_their_Effect_on_the_Immune_System

НОВІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ В СУЧАСНИХ ЕНЕРГООЩАДНИХ ПРИМІЩЕННЯХ ДЛЯ ДІЙНИХ КОРІВ

Милостивий Р. В.

1. Стан проблеми та обґрунтування напряму досліджень

1.1. Мікроклімат приміщень і добробут тварин

Тваринництво має бути сприятливим для тварин і навколишнього середовища. Його ефективність може бути значно підвищена шляхом впровадження недорогих стійких сільськогосподарських технологій [8]. Однак у штучно створеному замкнутому просторі сучасних промислових комплексів тварини не в змозі реалізувати весь спектр еволюційно сформованих поведінкових реакцій, тож ми зобов'язані забезпечити їм комфортні умови утримання відповідно до їх біологічних та фізіологічних особливостей.

Глобальні зміни клімату супроводжуються не тільки більш м'якими зимами, але й значними (екстремальними) підвищеннями температури в теплий період року, що може бути істотним викликом для вітчизняного тваринництва. Теплове навантаження призводить до зниження надоїв молока, порушення репродуктивної функції в корів, та втрат, пов'язаних з погіршенням добробуту тварин, що можуть мати віддалені наслідки.

Мікроклімат відображає близьке до тварин фізичне середовище, що суттєво впливає на їх продуктивність та добробут [17]. Сукупність фізичних, хімічних і біологічних факторів оточуючого середовища може впливати на тварин як позитивною, так й негативно. Якщо зовнішні чинники у вигляді погодних явищ неконтрольовані, але прогнозовані, то внутрішніми можна керувати, створюючи для тварин сприятливі умови життєдіяльності [14]. Найбільший вплив на молочну продуктивність і фізіологічний стан корів мають температура, вологість, швидкість руху повітря і освітленість приміщення. Контролю підлягає також вміст вуглекислого газу, аміаку, сірководню, і в останній час метану, як парникового газу [13].

За ступенем впливу на продуктивність, мікроклімат приміщень поступається лише впливу породи й годівлі. Наприклад, за надою корів 8000-10000 кг, втрати молока через порушення умов утримання можуть скласти 1000-1500 кг на рік на тварину. Однак й донині, повітрообмін в приміщеннях розраховують за нормативами, які практично не враховують біологічну активність об'єктів (тварин) та їх відходів, специфічні біолого-ветеринарні, теплофізичні, технологічні і енергетичні вимоги до сучасних систем забезпечення мікроклімату [14]. Наслідком цього є непередбачені відхилення реальних параметрів повітряного середовища від розрахункових та необґрунтоване перевищення енергоспоживаючих потужностей. Так само, як і активне впровадження нових зарубіжних технологій та обладнання без урахування кліматичних особливостей регіонів, створює проблеми в роботі вентиляційних систем.

Чинні норми технологічного проектування потребують перегляду і оновлення. Вони не відображають досвіду останніх років щодо широкого

використання ресурсозберігаючих технологій, які враховують добробут тварин та можливості сучасної техніки [14]. Актуальною лишається розробка нових нормативів мікроклімату для високопродуктивних корів на підставі ґрунтовного вивчення показників життєдіяльності організму і взаємодії його з навколишнім середовищем у різних агрокліматичних умовах. Їх впровадження забезпечить комфортні умови утримання за значного скорочення інвестицій та енерговитрат.

Спекотний літній період є справжнім випробуванням для неізольованих приміщень. Якщо низькі температури молочна худоба переносить більш легко, то вищі за зону її температурного комфорту (за даними FAO від +4 до +24 °C) призводять до погіршення добробуту та зниження продуктивності тварин. З одного боку, основною перевагою цих будівель є їх енергозберігаючі властивість, оскільки в цілому природна вентиляція не вимагає електричної енергії для роботи вентиляторів, а з іншого – ця житлова система особливо вразлива, оскільки мікроклімат в приміщенні напряму залежить від умов навколишнього середовища [7].

Класично тепловий стрес оцінюється за температурно-вологісним індексом (temperature-humidity index, THI), який заснований на одночасних вимірах температури повітря і відносної вологості [9], комбінований вплив яких може бути надзвичайно фатальним для всього поголів'я худоби в періоди спеки. Іноді в розрахунках подібних індексів (наприклад, еквівалентного температурного індексу ETIC та ін.) беруться до уваги додаткові змінні, які можуть збільшувати або зменшувати теплове навантаження, такі як сонячне випромінювання або швидкість повітря [24; 28].

P. Herbut et al. вважають, що показник температурно-вологісного індексу нижчий 68 одиниць відповідає комфортним умовам для тварин і є межею, вище якої вони схильні до теплового стресу [9]. Значення THI на рівні 68–71 – відповідає невеликому стресу, в межах 72–79 – помірному стресу, тоді як при 80–89 – корови знаходяться в стані сильного, а 90–99 – дуже сильного (жорсткого) стресу. Зазвичай дія теплового стресу може проявлятися вже за температури +22 °C, якщо відносна вологість повітря перевищуватиме 50%.

Важливо запобігти виникненню теплового стресу, прогнозуючи його, дотримуючись умов мікроклімату та використовуючи метеорологічні прогнози [9]. Для оцінки THI в неізольованих приміщеннях в основному використовують зовнішні значення температури і вологості (із найближчих метеостанцій) або ж враховують середньодобові значення (чи максимуми) цих параметрів, виміряні в центрі будівлі.

Узагальнюючи стратегії адаптації молочних корів в умовах високих температур, *Polsky and von Keyserlingk* виділяють як фізіологічні, так і поведінкові механізми пристосування [18]. При цьому, деякі з цих стратегій подолання теплового навантаження можуть призвести до проблем добробуту, викликаючи депресію, агресію та біль, пов'язані з голодом та спрагою.

Відомо, що більшість свого часу (близько 13 год. на добу) корови проводять у стійлах. Якщо ж тварина зазнає впливу теплового стресу, вона буде довше стояти, щоб збільшити поверхню тіла і тим самим посилити

тепловіддачу. Саме зі зростанням часу перебування корів в положенні стоячи, *Whay & Shearer* пов'язують сезонне збільшення кульгавості в кінці літа [25]. Тож, будь-яка конструкція системи охолодження, яка спонукає корів лежати довше, повинна приділяти особливий акцент покращенню тепловіддачі корів у лежачому положенні [24].

Ефективна система вентиляції може знизити тепловий стрес, який відчувають молочні корови, шляхом збільшення швидкості, з якою тепло конвективно передається від тварини до оточуючого середовища. Швидкість, з якою тепло розсіюється у стоячої корови вища, ніж яка знаходиться в лежачому положенні, оскільки має більшу площу контакту поверхні з повітрям. Тому, для охолодження корів в жарких умовах рекомендується по можливості спрямовувати горизонтальний потік повітря в зону перебування тварин [24].

Однак жодна з вентиляційних систем не може забезпечити достатню кількість свіжого повітря та необхідне охолодження кожної окремої тварини, через нерівномірний розподіл повітря та значні відмінності значень THI в приміщенні [21].

Виробники молочної продукції могли б покращити здоров'я своїх стад шляхом заходів спрямованих на збільшення часу знаходження тварин у стійлах в лежачому положенні, коли показник температурно-вологісного індексу зростає за межі порогу теплової напруги, тобто THI> 68.

Більшість підприємств покладаються на системи природної вентиляції з додатковими системами охолодження (наприклад, охолоджуючими вентиляторами, стельовою вентиляцією, охолодженням з труб і т. д) для пом'якшення теплового стресу корів, у випадку коли природна вентиляція є недостатньою (зазвичай в жаркої, вологої безвітряної погоди). Однак ефекти такого додаткового охолодження в багатьох випадках є недостатніми [2; 15]. Тож, будь-яка конструкція системи охолодження, яка спонукає корів лежати довше, повинна приділяти особливий акцент покращенню тепловіддачі корів у лежачому положенні.

У цьому сенсі запропонована *X. Wang et al.* конструкція «системи точної подачі повітря» (PASS), заснована саме на концепції забезпечення точної кількості подачі свіжого або додатково охолодженого повітря для кожної корови в стійлі із урахуванням положення її тіла (включаючи діаметр, швидкість та кут подачі повітря) [24]. Так само, згідно *M. Mondaca & C. Choi,* задовільний охолоджуючий ефект показало випробування багатотрубної вентиляційної системи, заснованої на концепції направлення свіжого повітря спочатку, шляхом подачі його через полікарбонатні пластикові труби великого діаметру по периметру приміщення, а потім – спрямовуючи потік вниз через отвори меншого діаметру безпосередньо в зону перебування тварин [12].

Оскільки більшість охолоджувальних систем, що застосовують для зменшення теплового напруги в молочному скотарстві вимагають значних ресурсів, використання пасивних систем охолодження зони відпочинку корів дозволить зменшити витрати електроенергії та води. Відтак, актуальними будуть питання економічної ефективність нових технологій охолодження (наприклад, теплообмінних ліжок) у поєднанні з методами управління стадом

(уникнення скупчення, скорочення часу перебування в місцях з високою температурою), дієтою та розведенням [14].

Моніторинг температури молока в умовах високотехнологічних підприємств також може бути корисним інструментом при визначенні і прогнозі реакції молочних корів на тепловий стрес у робототехнічних системах, за допомогою он-лайн набору даних.

Таким чином, концепції адаптації до теплового стресу з точки зору «інтелектуальної вентиляції» повинні враховувати особливості, пов'язані з індивідуальними фізіологічними та поведінковими реакціями корів на фактичні мікрокліматичні умови [7]. Врахування положення тіла у молочних корів у періоди теплового стресу допоможе розробити ефективніші стратегії пом'якшення теплового навантаження на молочну худобу [24].

1.2. Формування та підтримання параметрів повітряного середовища в неізольованих приміщеннях

Технологічні та технічні рішення, особливо, на промислових комплексах, нерідко вступають в протиріччя з біологічними потребами та можливостями організму, що призводить до зниження резистентності, погіршення добробуту та передчасного вибуття зі стада [14], а отже значна увага повинна приділятися створенню комфортних умов для тварин.

Надої високопродуктивних корів значно залежать від необхідного повітрообміну. Вважають, що приміщення полегшеної конструкції (або ж неізольовані – uninsulated barn), найбільш прийнятними як з точки зору виробництва молока, так і здоров’я корів. У порівнянні із капітальними (типовими) приміщеннями в них нижча концентрація шкідливих газів та більш комфортні умови для перебування тварин [10]. За рахунок використання полегшених огороджувальних конструкцій та сучасних систем природної вентиляції скотомісце обходиться дешевше на 24–28%, проте вартість доїльного та іншого технологічного обладнання на третину здорожує будівництво.

Спостереження за поведінкою тварин при реалізації ними основних процесів життєдіяльності показали, що в будівлях із металоконструкцій корови почували себе комфортно за рахунок створення найбільш оптимального вологісного режиму [14]. Застосування світлоаераційних ліхтарів в неізольованих приміщеннях забезпечувало кращу і тривалішу освітленість кормового столу, справляючи позитивний вплив на час і швидкість споживання тваринами корму, що збільшувало тривалість відпочинку тварин, необхідну для посиленого синтезу молока.

Такі приміщення добре зарекомендували себе в Естонії та Фінляндії, із поголів’ям від 30 до 600 дійних корів. Дослідження *Teye et al. з*а температури навколишнього середовища від -30 °С до +30 °С показали, що мікроклімат в корівниках знаходився в межах рекомендованих норм, однак він значно залежав від конструкції приміщень, температури зовнішнього повітря та швидкості вітру [23].

Проблеми в функціональності неізольованих приміщень зазвичай виникали взимку за температури нижчої за -15 °С – коли гноєві проходи починали замерзати, а також в періоди літньої спеки (до +36 °С), коли в місцях відпочину тварин вона піднімалася до +34 °С [1].

Системи вентиляції через отвори в поздовжніх стінах та світлові ліхтарі по гребню даху виявилися практично недієвими при мінус 6–8 ºС через великі габарити приміщень (на 600–800 гол.), оскільки вони дозволяють забезпечити необхідні параметри середовища лише у вузькому діапазоні зовнішніх температур [14]. За повідомленням *F. Teye* [23], при зниженні температури до -33 ºС упродовж декількох днів в одному з приміщень вона опускалася до -28 ºС; за цих умов проблемою була висока вологість, що вимагало більш ефективної роботи вентиляції.

Навіть додаткова робота циркуляційних вентиляторів не забезпечувала достатньої кратності обміну та швидкості руху повітря на рівні розміщення тварин (до 1 м). Температура від поздовжньої стіни будівлі до її середини практично не змінювалася, що свідчить про незадовільну роботу системи вентиляції [14]. А тому приміщення великої місткості висувають додаткові вимоги до систем забезпечення мікроклімату та вимагають нових підходів до його оцінки й нормалізації. Для інтенсивного провітрювання та доступу необхідної кількості свіжого повітря всередину приміщень шириною 18–24 м, достатні бічні стіни висотою 3,0–3,2 м, а завширшки в 30 м – 3,6 м. Зайва висота будівлі – це невиправдане її здорожчання [14].

Стан мікроклімату залежав від конструктивних особливостей неізольованих приміщень. Зокрема, в зимовий період у приміщенні із металоконструкцій без утеплення покрівлі (МК), в будівлі зі збірних напіврамних залізобетонних конструкцій (НЗК) та приміщенні з металоконструкцій з утепленою покрівлею (МКП) температура була на 7,3; 5,0 і 2,7 °С нижчою, ніж у будівлі із сендвіч-панелей (СП): +10,1 °С [14]. Відносна вологість повітря в торцевій частині МК, НЗК та в МКП була на 4,8; 1,0 і 0,5% вищою у порівнянні з СП (80,4%). У центральній частині будівлі температура повітря в цих приміщеннях була нижчою відповідно на 6,8; 4,3 і 2,5 °С, ніж в СП (+9,1 °С). Відносна вологість повітря була на 4,6%, 1,1 і 0,5% вищою, в порівнянні з СП (80,9%).

Зазначені параметри мікроклімату позначилися на молочній продуктивності корів: в середньому за зимовий період середньодобовий надій молока корів, розміщених в СП (31,2 кг) перевищував продуктивність тварин в МКП на 0,3%, в НЗК – на 4,0 та в МК – на 5,4% [14].

Отже в будівлях СП та МКП забезпечуються не тільки більш комфортні для тварин умови життєзабезпечення, а й оптимальний режим роботи технологічного обладнання (систем гноєвидалення і напування тварин) в порівнянні з тваринницькими будівлями НЗК і МК [14].

Хоча зазначені будівлі й відрізнялися системою вентиляційних штор у поздовжніх стінах, для них була характерною наступна залежність: температура і відносна вологість повітря підвищувалася від підлоги вгору та від поздовжньої стіни будівлі до її середини, як в торцевій частині, так і в

центральній, – що свідчить про задовільну роботу системи вентиляції (за середньої температури та відносній вологості -3,4 °С і 90,7%) впродовж зимового періоду.

Дослідження [14] підтверджують, що в зимовий період в торцевій ділянці МКП було тепліше на 4,6 °С (-4,1° С), ніж у МК (-8,7 °С), а відносна вологість була нижчою на 17,3% (77,3%). В центральній частині МКП було тепліше на 3,5 °С (-5,6 °С), а вологість була нижчою на 11,3% (83,9%), ніж в МК (-9,1 °С та 95,2%). Різниця за температурою і відносною вологістю в окремих частинах цих приміщень становила 0,4-1,5 °С та 0,6-6,6% (за вищої різниці у показниках в МКП). Влітку, в торцевій ділянці МКП було прохолодніше на 1,6 °С, ніж у НЗК (+29,1° С), а відносна вологість була нижчою на 2,8% (50,3 %). У центральній частині МКП температура та вологість були нижчими на 1,6° С і 4,5%, ніж в НЗК (+29,9 °С та 55,2%). Різниця за цими параметрами в окремих частинах приміщень становила до 0,8° С та 2,1% (за вищої різниці в НЗК). Крім того, в НЗК спостерігалася недостатня рухливість повітряних мас: у торцевій частині вона склала 0,11 м/с, в центральній – 0,07 м/с. У МКП вона була на рівні 0,42-0,46 м/с. Тож, більш комфортні умови в МКП сприяли тому, що корови більше часу проводили в стійлі лежачи в зимовий (на 0,9%) та в літній (на 5,3%) періоди.

На температурний режим будівлі впливали технологічні операції. Так, взимку при роздачі кормів мобільними засобами відбувалося короткочасне зниження температури повітря (на 1–2 °С) і підвищення відносної вологості (на 1–2%), різниця ж за швидкістю руху повітря та вмістом NH_3 і CO_2 була несуттєвою, як в торцевій, так і в центральних зонах приміщень [14]. Освітленість кормового столу на рівні голови тварин була в середньому 348-447 лк. В центральних боксах її рівень варіював в межах 432-471 лк, у торцевих пристінних боксах – 360-465 лк, що відповідало фізіологічним потребам тварин. Однак у торцевих і центральних здвоєних боксах на рівні голови тварин освітленість була недостатньою (менш 200 лк) – відповідно 163–185 лк і 188–215 лк.

Під час комплексної оцінки мікроклімату в приміщеннях з природною вентиляцією дійшли висновку, що найбільший вплив на молочну продуктивність і фізіологічний стан корів чинили відносна вологість, швидкість руху повітря і освітленість приміщень [14]. При цьому погіршення мікроклімату спостерігалося здебільшого в центральних зонах корівників. Цими ж дослідниками, були виявлені «критичні точки» в приміщеннях: в зимовий період – північна і південна, в літній період – центральна і південна. У перехідні періоди, за комплексом мікрокліматичних параметрів таких «критичних точок» не виявлено.

Хоча дані із найближчих метеостанцій вже тривалий час вважаються прийнятними при оцінці впливу погоди на поведінку, добробут та продуктивність корів, погодні умови біля тваринницьких приміщень можуть значно залежати від теплоізоляційних матеріалів, що суттєво впливають на їх енергоефективність та екологічні показники [9; 21]. Відомо, що будівля може «згладити» амплітуду добових температур увечері, вночі та вранці, тому датчик

біля приміщення реєструє температуру повітря вищу від реальної на 5–10 °С (залежно від хмарності); тобто температуру, яка лише 60% залежить від погоди та 40% від теплового випромінювання будівлі.

Місцевість, швидкість вітру та розташування ферм над рівнем моря також можуть суттєво впливати на мікроклімат приміщень та виробництво молока [29]. За допомогою експериментів у великому вітровому (аеродинамічному) тунелі пограничного шару було доведено істотний вплив розміру бокових отворів штор та швидкості зовнішнього повітря на розподілення повітряних мас у природно вентильованій будівлі, що необхідно враховувати при прогнозуванні швидкості потоку повітря в приміщенні.

Так само як і окремі параметри мікроклімату приміщень знаходяться у тісному зв'язку між собою. Зокрема, вміст шкідливих газів залежав від типу будівлі, систем вентиляції та щільності розміщення худоби, – виявлена достовірна кореляція між їх концентрацією (NH_3 та CO_2) та температурою повітря в приміщенні [10]. Проведений *Poteko et al.* мета-аналіз широкого спектру даних щодо впливу різних чинників на викиди NH_3 та CH_4, свідчить про істотну залежність їх рівня від системи утримання, типу підлоги та температури повітря, розміру стада, породи, продуктивності тварин, типів приміщень та вентиляції, а також стратегії годівлі та управління [19].

Наприклад, на викид аміаку з підлоги тваринницьких приміщень сильно впливала температура повітря і гною, а також швидкість повітря та інтенсивність турбулентності над поверхню, що виділяє аміак. Крім того, виявлено тісний зв'язок між відносною вологістю повітря в корівнику і викидами аміаку [21]. Низькі значення відносної вологості повітря навколо гною прискорювали випаровування аміаку, а більш високі – сповільнювали. Вологість також змінювала рівень pH гною, що істотно впливало на швидкість виділення аміаку. Щодо парникових газів, їх емісія може відбуватися як із гною, так і з шлунково-кишкового тракту. У разі молочного тваринництва, викиди парникових газів (особливо метану) хоча й пов'язують, в основному, з метаболізмом рубця у корів, вони залежали від середньої температури повітря і відносної вологості в приміщенні. Найнижчі емісії метану були зареєстровані, коли корови знаходилися в термонейтральної зоні, що також залежало від THI в приміщенні [8].

За даними *Sahu et al.,* утеплення стелі соломою під азбестовим дахом та використання піску у якості підстилки в боксах створило сприятливе середовище для корів [20]. Поліпшення мікроклімату в приміщенні і зниження теплового навантаження сприяло підтримці нормальних фізіологічних показників корів і зростанню добових надоїв. Пісок позитивно впливає на надої молока порівняно з іншими стійловими поверхнями. У датській голштинських корів, що утримувались на матрацах у вільних боксах, також був значно менший вихід молока порівняно з коровами, що утримувались на піску. Цю інформацію підтверджують *Calamari et al.*, досліджуючи вплив різного підстилкового матеріалу в зоні відпочинку тварин (солому, гумовий килим, матрац та пісок) в експериментальному корівнику для безприв'язного утримання [5].

Мікрокліматичні параметри розподілені не рівномірно, так як ні джерела тепла та вологи, ні швидкість повітря не є однорідними по всьому приміщенні. Причиною цього можуть бути особливості формування та переміщення повітряних мас. В широкогабаритних будівлях з трьох можливих режимів природної конвекції реалізується режим стохастичної (турбулентної) конвекції, який характеризується безладними газовими потоками з інтенсивним їх перемішуванням [14].

Як повідомляють *Pajumägi et al*., традиційний метод оцінки швидкості вентиляції для неізольованих корівників виявився не ненадійним [16]. З усіх параметрів, що впливають на розподілу повітря в приміщенні (температура повітря, відносна вологість і швидкість повітря) саме його температура є найбільш чутливим показником для оцінки роботи вентиляції. Тому альтернативним методом оцінки ефективності вентиляції може бути вивчення просторового розподілу температури в приміщенні, яке є більш інформативним за швидкість вентиляції.

В центральній частині приміщення температура була вищою на 2–3 °С, ніж в торцях корівника. Відносна вологість повітря в цій частині приміщення перевищувала нормативне значення на 7–12%, тоді як в торцях вона знаходилась в межах норми. Найбільш сприятливою зоною для перебування тварин була зона при вході в приміщення, однак відомостей щодо розміщення будівлі відносно сторін світу і рози вітрів не зазначено, а тому важко зробити висновки, які фактори позитивно вплинули на стан повітряного середовища [14].

Нормативні параметри мікроклімату повинні дотримуватись у просторі до 1,5 м над рівнем підлоги (на рівні розмірів тварини). Для вимірювання всіх цих параметрів можуть використовуватися аналогові і цифрові датчики з комп'ютерною обробкою отриманих сигналів. Доцільно застосування цифрових датчиків, так як вони мають більш низькі показники енергоспоживання і габаритні розміри [14].

Використовуючи дистанційні датчики, закріплені на рівні відпочинку тварин (на висоті 50 см) в центральних і крайніх боксах секцій, ми виявили нерівномірність розподілення параметрів повітряного середовища в неізольованих приміщеннях. Добову динаміку температури і вологості реєстрували через кожні 5–20 хв. одночасно як в приміщеннях, так і зовні (в затінку). Зокрема, за зовнішніх температур від +16,6 до +37,2 °С у корпусі каркасного типу з покрівлею із сендвіч-панелей, середні температури впродовж доби відрізнялися лише на 0,2–4,0 °С; відносна вологість повітря – на 0,7–6,8% (за різницею ТНІ в 1,5 од.). Різниця між окремими його частинами становила 1,1–3,6 °С і 6,8–11,8%, за максимальних відмінностей за ТНІ в 1,6–5,1 од. Відтак, впродовж доби тварини, які знаходилися в центральній та південно-східній частинах приміщення, могли відчувати дискомфорт впродовж 18 год., в північно-західній – 22 год. Тоді як значення ТНІ, що відповідали стресовому стану тварин зовні приміщення (в затінку), тривали лише 16 годин.

Наші дослідження в корпусі ангарного типу, проведені в інтервалі зовнішніх температур від +19,2 ° С до +36,9 °С (що відповідало значенням ТНІ

від 64,9 до 79,7 од.), підтвердили попередні результати. Величини THI в приміщенні варіювали від 64,1 до 81,0 од. (за різниці між середніми значеннях всередині та зовні в 0,1–2,7 од.). У цьому випадку відмінності в показнику THI між окремими частинами приміщення сягала 2,5–4,4 одиниць, перевищуючи комфортні значення (THI<68) навіть в ранкові та вечірні години. В цілому показник температурно-вологісного індексу вищий за комфортний реєстрували впродовж 18 год на добу, що пов'язано з великою ймовірністю виникнення теплового стресу в корів.

Тож, отримані дані вказують на необхідність додаткового застосування активного вентилювання не тільки в спекотний період (як ми вважали раніше), а й інші години доби, залежно від зони приміщення. Важливість цього заходу підтверджують вчені *T. Patbandha et al.,* які повідомляють, що ефект теплового стресу може бути пом'якшений, якщо температура в приміщенні впаде нижче +21 °C, принаймні протягом 3–6 год нічного часу, оскільки тварини зможуть повністю розсіяти своє теплове навантаження [17].

Слід зауважити, що природна вентиляція через відкриті брезентові штори, як і робота осьових горизонтальних вентиляторів у досліджуваних приміщеннях, виявилися недостатніми для створення комфортних умов у спекотний період. Ми з'ясували, що рухливість повітря в зоні відпочинку тварин за додаткового активного вентилювання максимально зростала до 0,9 м/с (тобто була вищою лише на 0,3 м/с, ніж за рахунок опущених штор і відкритих воріт). Водночас, швидкість руху повітря в зоні гнойових проходів (зі сторони кормового столу) за додаткової примусової вентиляції зростала в середньому до 1,4–1,9 м/с (збільшувалась на 0,8–1,1 м/с, порівняно з природною). Це вкотре підтверджує дані інших дослідників *L.-K. Schüller et al., X. Wang et al.* про те, що зона відпочинку тварин (стійло чи бокс) є тим місцем, де молочні корови відчувають найбільше теплове навантаження [21; 24].

1.3. Моніторинг, прогнозування та шляхи оптимізації мікроклімату за екстремальних погодних умов

Донині немає доступних рекомендацій щодо кількості і розташування вимірювальних пристроїв або частоти вимірювань мікрокліматичних умов у неізольованих приміщеннях [7]. Зокрема, температуру і вологість повітря в режимі реального часу вимірювали за допомогою електронних датчиків, які знаходились безпосередньо над стійлами тварин на висоті 2,5 м [14]. Розміщення реєстраторів над підлогою на такій відстані було вмотивовано їх недосяжністю для тварин і обслуговуючого персоналу (вони не повинні були заважати виконанню технологічних процесів на операцій).

Хоча деякі вчені, як-то *S. Hempel et al.,* рекомендують вимірювати мікроклімат в полегшеному приміщенні на висоті близько 3-3,5 м від підлоги, зрозуміло, ці контрольні точки не будуть інформативними [7]. Це може бути пов'язано не тільки з конструкцією будівлі, а й з численними факторами, що впливають на мікроклімат в зоні перебування тварин; наприклад, скупченість, стан підстилки і кількість залишкового гною в приміщенні, а також положення

тіла самих тварин, яке суттєво може впливати на розподіл повітряного потоку [24].

Це підтверджує, що розміщення найбільш показових положень датчиків повинні проводитися для кожного приміщення індивідуально, щоб зменшити помилку в оцінці благополуччя тварин з точки зору THI [7]. Такі контрольні точки повинні забезпечувати точну і репрезентативну оцінку всієї будівлі або конкретних проблемних зон [14] (відпочинку корів, як у наших дослідженнях).

Не менш важливим є те, що через неоднорідний розподіл джерел тепла і вологості (пов'язаний з роботою обладнання і турбулентністю повітряного потоку), точність вимірювання мікроклімату в будівлях значно відрізняється [7]. Зокрема, похибки в даних температури (до ± 2 °C) та вологості повітря (до ± 20%) були пов'язані з точністю приладів і просторовим розміщенням датчиків. Тож цілком розумно, що одного датчика температури й вологості всередині будівлі недостатньо для оцінки ризику теплового стресу. У цьому сенсі температурно-вологісний індекс в приміщенні буде сумнівною мірою ризику теплового стресу [8].

Покращити мікроклімат можна за рахунок впровадження технічних рішень у проблемні періоди року. Повідомляють, що великі горизонтальні стельові вентилятори здатні забезпечити будівлі ферм свіжим повітрям [14]. Ці вентилятори діаметром від 4 до 7 м забезпечують циркуляцію повітря і замінюють приблизно 10 циркуляційних вентиляторів. Потік повітря, що направляється вертикально вниз збирається на підлозі і відхиляється в усі сторони. Горизонтальний вітер, що утворюється при цьому, приносить тваринам прохолоду зі швидкістю повітря до 2,5 м/с. Завдяки додатковій роботі великих горизонтальних стельових і циркуляційних вентиляторів в неізольованих приміщеннях створюються більш комфортні умови для відпочинку тварин, що дозволяє уникнути конфліктних ситуацій та боротьби між тваринами за певне місце навіть в пристінкових і здвоєних боксах.

Установка світлоаератора «Solar Way» покращувала мікроклімат корівника. Він складається із світлової і вентиляційної шахти по типу коаксіальної труби (труба в трубі), таким чином, забезпечуючи рівномірне надходження свіжого повітря та освітленість приміщення на рівні не нижче 170 люкс. При цьому відбувається економія електроенергії за рахунок природного освітлення і відсутності електричних вентиляторів, на відміну від традиційного рішення (світловий коньок). Світлоаератор здатен створити хорошу вентиляцію навіть в перехідний період року, коли температура на вулиці і в корівнику однакова, а значить відсутня тяга та повітрообмін [14]. Економічні розрахунки показують, що впровадження такої системи дозволить зменшити витрати на вентиляцію до 5%.

Результати досліджень *Yao et al.* показали, що дифузор з кутом нахилу в 10° працює краще, ніж з кутом підйому 0°, досягаючи збільшення довжини потоку струменя (на 0,5 м) та підвищення енергоефективності (на 1,39%) за рахунок більшої осьової швидкості вітру та кращих коефіцієнтів нерівномірності розподілення потоку на рівні розміщення молочної худоби [28].

Поєднання активного вентилювання та дрібнокрапельного зрошення (на відміну від лише примусового вентилювання) в умовах високих температур Словаччини, підвищувало надій корів на 1122 кг, вихід жиру та білка – на 34 та 32 кг ($P<0,001$). Таким чином, випарне охолодження, пов'язане зі збільшенням швидкості повітря, може бути відповідним захистом тварин від високих температур [14].

Проблема полягає у тому, що температура повітря в неізольованих приміщеннях розподіляється нерівномірно як по усій площі, так і висоті будівель: в одній зоні вона може відповідати нормативам, в іншій – ні. Зазвичай, за допомогою штучного спонукання повітря (вентилятори, теплообмінники, кондиціонування, система повітропроводів, багатофункціональні автоматичні пристрої і т.п.) можна досягти необхідних параметрів повітряного середовища, але виникає закономірне питання щодо економічної ефективності таких вентиляційних систем – адже саме на вентиляцію (на яку припадає до 70% сумарної енергії), є найбільш електроємним процесом у виробництві.

Водночас, сучасні тенденції розвитку мікрокліматичних установок в тваринницьких приміщеннях спрямовані саме на зниження енерговитрат, матеріаломісткості та ефективне використання опалювально-вентиляційних систем. Зокрема, основними вимогами до систем моніторингу мікроклімату є масштабованість, легкість в експлуатації, обслуговуванні та ремонті, можливість використання бездротових ліній зв'язку для безперервної реєстрації параметрів та вітчизняної елементної бази [14]. Заслуговують на увагу автоматично керовані процеси щодо підтримання мікроклімату в залежності від часу доби і дня тижня, переривисте опалення (охолодження) і вентиляція приміщень, алгоритмом роботи яких служать численні одночасні дослідження параметрів повітряного середовища в приміщеннях та зовні.

Такі автоматизовані системи управління мікрокліматом здебільшого складаються із системи моніторингу параметрів (призначена для збору, реєстрації, контролю і аналізу стану основних параметрів мікроклімату в режимі реального часу), системи управління виконавчими механізмами (приводить чи не приводить в дію вентилятори, обігрівачі, заслінки, зрошувачі і т.п.) і програмного забезпечення (здійснює управління системою шляхом реалізації математичних моделей розроблених на основі аналітичних закономірностей та результатах експериментальних досліджень характерних для конкретного об'єкта автоматизації).

При цьому прогнозування стану мікроклімату в тваринницьких приміщень можливе з використанням різних моделей. Це, як правило, багатопараметричні задачі з нечіткими перемінними. Тому в останній час з'являється все більше так званих моделей «чорного ящика», в основі яких лежать методи інтелектуальних розрахунків (нечітка логіка, генетичні алгоритми, нейронні мережі і т.д.).

Основою їх програмного забезпечення є алгоритм функціонування автоматизованої системи забезпечення мікроклімату [14]. Цей алгоритм може бути в двох основних варіантах. Перший – при відповідних погодних умовах вибирається із бази даних попередньо розрахований варіант управління

системою забезпечення мікроклімату. Другий варіант – система сама прораховує комбінації прийняття рішень і обирає необхідне рішення, в залежності від існуючих і прогнозованих погодних умовах. Відповідно вимагається багатоваріантна або адаптивна система алгоритмів.

Статистична регресія є загальноприйнятим методом розробки математичної моделі, а точність прогнозування сильно залежить від кількості тестів. Виконання великої кількості тестів з використанням лабораторних або польових експериментів є дорогим та трудомістким [24]. Маючи велике теоретичне значення для подальшої побудови математичних моделей та прикладне щодо ефективного використання вентиляційного устаткування, такі дослідження потребують значного часу й зусиль і є особливо цінними в умовах конкретного об'єкту, зважаючи на можливість подальшого впровадження їх результатів у виробництво.

Застосовуючи статистичні методи обробки даних, побудовані регресійні моделі розрахунку температури і відносної вологості повітря в середині корівника залежно від параметрів зовнішнього середовища [14]. Високі коефіцієнти детермінації моделей (R^2=89,8–94,9) свідчать про тісний взаємозв'язок між параметрами та можливість їх передбачення.

Обмежена в літературі інформація щодо тривалих багаторазових вимірювань мікроклімату в неізольованих приміщеннях, і особливо, даних про безпосередні вимірювання в зоні відпочинку тварин (за допомогою відповідних пристроїв) ускладнює розробку універсальних методів моніторингу та прогнозування мікроклімату [7]. Труднощі також пов'язані з підходами до процесів статистичного моделювання, які потребують великої кількості тестів [24]. Зокрема, *L. Wisnieski et al.* повідомляли, що результати моделей, як правило, переоцінювали реальні результати у випадках з малою кількістю вибірок та знижували результат за великої кількості спостережень [26].

Обмеження моделювання полягало ще й в тому, що більшість дослідників використовували пояснювальне, замість прогнозного. Обмеженням таких досліджень є те, що ці моделі не підтверджені у виробничих умовах. Хоча, згідно з *S. Maniatis et al,.* коефіцієнт детермінації й вважається хорошим критерієм оцінки ефективності статистичних моделей, проте звіти про точність таких моделей в експериментальних умовах важко знайти [11].

1.4. Узагальнення проблеми, мета та завдання досліджень

Узагальнюючи вітчизняний та зарубіжний досвід, а також результати власних напрацювань можна окреслити деякі моменти, пов'язані з проблемою створенням комфортних умов для корів саме в приміщеннях полегшеної конструкції:

– сучасні широкогабаритні приміщення великої місткості (на 600 голів і >) висувають додаткові вимоги до систем забезпечення мікроклімату та вимагають нових підходів до його оцінки та нормалізації, враховуючи специфіку формування в них повітряних потоків;

– причиною прорахунків є активне впровадження нових зарубіжних технологій та обладнання без урахування кліматичних особливостей регіону,

що призводить до непередбачених відхилень реальних параметрів повітряного середовища від розрахункових та необґрунтованого використання потужностей вентиляційних систем;

– важливо запобігати виникненню теплового стресу в спекотний період року попереджаючи його прояв за допомогою метеорологічних прогнозів і підготовки та впровадження відповідних рішень для захисту тварин, зважаючи достовірний зв'язок між погодними умовами та продуктивністю корів, яких утримують в неізольованих приміщеннях;

– використання температурно-вологісного індексу (THI) як для характеристики стану повітряного середовища в приміщеннях, так і впливу його на організм тварин є зручним та інформативним; проте поки що не набуло широкого поширення серед вітчизняних науковців та практиків;

– не дивлячись на високу залежність мікроклімату в приміщеннях від стану зовнішнього середовища, їх конструктивні особливості дозволяють запобігти надмірному перегріванню повітря в період денної спеки з одного боку (створюючи тіньовий захист для тварин), а з іншого – призводять до затримки нагрітого повітря в приміщеннях, коли в оточуючому середовищі воно охолоджується – тим самим подовжуючи вплив підвищених температур на організм;

– виявлено не лише відмінності між станом повітряного середовища в середині та зовні приміщень, але й істотну різницю в його формуванні в різних частинах приміщень, пов'язану з розміщенням будівель відносно сторін світу – тобто інтенсивністю прогрівання окремих її частин сонячними променями впродовж світлового періоду доби;

– особливості щодо формування стану повітряного середовища вказують на необхідність диференційованого підходу до режиму і тривалості застосування систем охолодження впродовж доби для різних частин приміщення з природною вентиляцією;

– виявлення «критичних точок» погіршення мікроклімату в приміщенні та постійний моніторинг їх стану, може допомогти запобігти погіршенню добробуту та зниженню продуктивності тварин;

– з огляду на те, що навіть цілодобове застосування потужних осьових вентиляторів було недостатнім для створення комфортних умов у зоні відпочинку тварин, вказує на необхідність застосування додаткових технічних рішень (наприклад, дрібнокрапельного зрошення) для нормалізації мікроклімату в спекотний період;

– концепції адаптації до теплового стресу з точки зору інтелектуальної вентиляції повинні враховувати особливості, пов'язані з індивідуальними фізіологічними і поведінковими реакціями корів на реальні мікрокліматичні умови.

Таким чином, важливо не тільки оцінювати стан повітряного середовища в тваринницьких приміщеннях, але і використовувати ці дані для прогнозування його впливу на продуктивність і добробут тварин [14]. Дослідники не обмежуються лише моніторингом мікроклімату, хоча й тут лишається чимало прогалин [8; 24]. Важливо прогнозувати його при розробці

«інтелектуальних» систем вентиляції, заснованих на математичному моделюванні [11]. А цьому повинні передувати рутинні дослідження особливостей формування мікроклімату в сучасних неізольованих приміщеннях, засновані на багаторазових вимірюваннях внутрішніх і зовнішніх параметрів повітряного середовища в зоні розташування будівель.

Метою досліджень було оцінити мікроклімат у сучасних неізольованих приміщеннях (НП) різних типів, побудувати математичні моделі та перевірити точність прогнозу стану мікроклімату в НП. Дослідження включали: (1) багаторазове попарне вимірювання (зовні та всередині приміщень) температури повітря та відносної вологості в НП в холодний, перехідний (весняний) та теплий періоди року, щоб отримати достатньо даних для побудови математичних моделей з використанням лінійної регресії (ЛР); (2) перевірку точності прогнозу запропонованих регресійних моделей у виробничих умовах за спекотних погодних умов; (3) перевірку можливості використання метеоданих із найближчих метеостанцій для оцінки комфорту корів у спекотний літній період; (4) оцінку ефективності додаткової механічної вентиляції в неізольованих приміщеннях в спекотний період та побудову алгоритму для такої оцінки.

Наша робоча гіпотеза полягала у тому, що математичні моделі дозволять передбачити температурно-вологісний режим у приміщенні виходячи зі стану повітряного середовища зовні будівель, спираючись на безпосередніх вимірюваннях або даних метеорологічних прогнозів, що особливо важливо в періоди екстремальних високих температур влітку.

Робота є фрагментом науково-дослідної роботи кафедри технології переробки продукції тваринництва ДДАЕУ «Вплив технологічних факторів на підвищення якості тваринницької продукції» (номер державної реєстрації 0114U005590) та «Забезпечення сталого розвитку тваринництва і природної резистентності за впливу екологічних і технологічних факторів» (номер державної реєстрації 0120U103848).

2. Оцінювання та прогнозування мікроклімату в сучасних енергоощадних приміщеннях для дійних корів

Сучасні стратегії подальшого розвитку тваринництва передбачають впровадження ефективних ресурсозберігаючих технологій. У цьому сенсі, будівництво нових полегшених приміщень для тварин, особливо в молочному скотарстві, стає все більш популярним [10]. Зважаючи на високу залежність клімату в НП від стану навколишнього середовища і його безпосередній вплив на повітряне середовище таких приміщень, класичні підходи до вимірювання і оцінки мікроклімату будуть не інформативними, і перш за все через їх конструктивні особливості [8].

За таких обставин моніторинг повітряного середовища і оцінювання його безпосереднього впливу на фізіологічний стан молочної худоби краще проводити шляхом обчислення спеціальних індексів, які враховують декілька параметрів довкілля (температуру, відносну вологість, швидкість руху повітря), що діють на організм тварин у динамічному комплексі [9]. Тож окремі дані

дослідників щодо динаміки показників температури та відносної вологості в сучасних полегшених приміщеннях без урахування їх сумісної дії не в повній мірі відображають стан комфорту корів [1; 14].

Відомо, що велика рогата худоба легше перекосить низькі температури, ніж високі, що перевищують зону термонейтральності. Класично рівень теплового стресу оцінюється за температурно-вологісним індексом (THI), який ґрунтується на вимірах температури повітря та відносної вологості, враховуючи сукупний вплив цих факторів у жаркі періоди року [9]. Іноді до розрахунків подібних індексів включають додаткові змінні – рухливість повітря і інтенсивність випромінювання, які можуть збільшити чи зменшити теплове навантаження [9; 28].

Дослідники *P. Herbut et al.* вважають, що значення індексу нижче 68 відповідає комфортним умовам для тварин і є межею, вище якої вони схильні до теплового стресу [9]. Значення ТВІ на рівні 68–71 – відповідає невеликому стресу, в межах 72–79 – помірному стресу, тоді як при 80–89 – корови знаходяться в стані сильного, а 90–99 – дуже сильного (жорсткого) стресу. Отримані нами відмінності в показниках цього індексу в приміщенні та зовні, а також в окремих частинах корівника можуть безпосередньо вплинути на організм тварин та їх продуктивність, про що повідомляють інші дослідники [21].

Точність вимірювання мікроклімату в будівлях сильно варіює через неоднорідний розподіл джерел тепла та вологості, пов'язаних з роботою обладнання, турбулентністю повітряного потоку та різним діапазоном зони комфорту для тварин [7]. Величина похибки приладів при визначенні температури повітря може складати до 2 °С, а відносної вологості – до 20%, що може бути пов'язано як із точністю приладів, так і їх просторовим розміщенням датчиків.

Таким чином, зважаючи на конструктивні особливості сучасних неізольованих приміщень потрібно було знайти нові підходи як до оцінювання, так і прогнозування стану повітряного середовища в будівлях для молочних корів.

Наші дослідження включали дві серії експериментів. Спочатку було проведено багаторазові реєстрації температури та відносної вологості повітря у двох НП різних типів (одночасно як в приміщеннях, так і зовні) в умовах безприв'язного утримання дійних корів. Ці дані були використані для побудови моделей ЛР з метою прогнозування мікроклімату в НП, використовуючи в якості інтегрального показника температурно-вологісний індекс (THI). Наступним етапом роботи була перевірка точності прогнозів (побудованих статистичних моделей ЛР) у виробничих умовах як в приміщеннях вже досліджуваного молочного комплексу, так іншого, розташованого неподалік підприємства, з подібною технологією утримання тварин у НП в спекотну пору року.

2.1. Особливості формування мікроклімату в неізольованих приміщеннях різних типів: вихідні дані для математичного моделювання

Багаторазові періодичні вимірювання температури і вологості повітря, необхідні для побудови моделей ЛР проводили в корпусі каркасного типу (ККТ) із металевих конструкцій та корпусі ангарного типу (КАТ) з тентовим покриттям на промисловому молочному комплексі приватного акціонерного товариства «Агро-Союз» Синельниківського району Дніпропетровської області з січня по червень 2018 року. Розміри корпусу каркасного типу в осях були 252 м × 34,5 м, внутрішня висота – 9,25 м. Загальний об'єм будівлі становив 35294 $м^3$, в розрахунку на одну тварину – приблизно 35,3 $м^3$. Площа приміщення складала 8,7 $м^2$ на корову. Внутрішнє облаштування передбачало 1144 бокси для відпочинку тварин площею 2,5 $м^2$ (1,1 м × 2,25 м), розміщених у шість рядів. У кожній секції знаходилося по 4 групові автонапувалки. Дельтоподібні скрепери регулярно збирали і видаляли гній з бетонної підлоги. Корпус ангарного типу на 600 голів мав полотняне тентове покриття, розміри в осях – 230 м × 32 м, внутрішню висоту у фронтоні 9,2 м та 3,6 м – у карнизі. Приміщення містить 768 боксів для відпочинку, розміщених в чотири ряди. Їх розмір 2,24 $м^2$ (1,0 м × 2,24 м) на корову. Обидва корпуси мали кормові столи, у якості підстилки в боксах для відпочинку використовувався пісок. Поздовжні осі приміщень орієнтовані з півночі на південь відносно сторін світу.

Температуру та відносну вологість вимірювали термогігрометром (*Benetech GM 1360, Shenzhen Jumaoyuan Science and Technology Co., Ltd, Shenzhen, China*) одночасно за межами та всередині приміщень за загальноприйнятими правилами [3], періодично впродовж досліджень з 8:00 до 14:00 год у 3 точках по діагоналі корпусу (центральна та бічна частини секцій), а також вертикально на рівні 0,5; 1,2 та 1,6 м від підлоги.

В якості інтегрального показника стану мікроклімату та комфорту тварин використовували температурно-вологісний індекс (THI), який розраховували за формулою Kibler (1964):

$$THI = 1,8 \times T - (1 - RH / 100) \times (T-14,3) +32 \quad (1)$$

де THI – температурно-вологісний індекс, T – температура повітря (°C), RH – відносна вологість (%).

Для прогнозування THI в приміщеннях використовували лінійну регресію (ЛР). Регресійний аналіз – це спосіб знайти функціональний зв'язок між залежними змінними (відгук) та незалежними змінними (предиктор). У ЛР функція є лінійним рівнянням і залежна змінна може бути виражена як функція незалежної змінної у вигляді:

$$Y = \beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2 +\ldots+ \beta_nX_n$$

де Y – залежна змінна, β_0 – β_n – параметри рівняння для лінійного відношення, а X_1 та X_2 – незалежні змінні.

Математичну обробку отриманих даних та побудову моделей ЛР проводили за допомогою програмного пакету для статистичного аналізу STATISTICA 10 (*StatSoft, Inc., Tuls*a, OK, USA). Отримані показники були

представлені як середні арифметичні (Mean) та медіана (Me). Різниця між вибірками, визначена U-тестом Манна-Уітні (U-test), вважалася достовірною при P <0,05.

Початкова наша гіпотеза полягала в тому, що багаторазові одночасні дослідження параметрів мікроклімату в сучасних неізольованих приміщеннях і в зовнішньому середовищі повинні були не тільки надати інформацію про стан повітряного середовища в приміщеннях в різні періоди року (холодний, перехідної і теплий), але і можливість для його прогнозування використовуючи ЛР.

Для інтегральної оцінки стану мікроклімату використовували показник температурно-вологісного індексу (THI), розрахованого шляхом періодичних попарних вимірювань температури і відносної вологості повітря в приміщеннях та зовнішньому середовищі, біля цих будівель (*табл. 1*).

Таблиця 1

Параметри повітряного середовища в неізольованих приміщеннях різної конструкції, Me (min–max)

Приміщення ангарного типу з тентовим покриттям (n=493)			Приміщення каркасного типу із металоконструкцій без утеплення даху (n=334)		
median	min	max	median	min	max
Температура повітря, °C					
-7,8 / -4,8*	-7,8 / -6,2	-7,8 / -3,5	-7,2 / -3,0*	-7,5 / -4,9	-6,5 / -1,7
3,5 / 4,8*	3,3 / 3,7	4,0 / 5,9	3,8 / 5,5*	3,5 / 4,8	3,8 / 6,8
9,5 / 10,8*	9,5 / 9,5	9,9 / 11,5	10,1 / 11,5*	10,1 / 10,8	10,1 / 11,5
10,8 / 12,2*	10,8 / 10,8	11,5 / 12,9	12,2 / 12,2	11,5 / 11,5	15,6 / 15,6
21,1 / 21,8*	21,1 / 21,8	22,5 / 22,5	23,9 / 23,2*	23,9 / 22,5	23,9 / 23,9
30,7 / 29,4*	30,7 / 28,7	31,2 / 30,1	28,7 / 28,7	28,7 / 28,0	28,7 / 29,4
32,1 / 31,4	30,1 / 30,1	34,2 / 34,2	34,2 / 31,4*	32,1 / 30,7	34,2 / 32,8
Відносна вологість повітря, %					
58,8 / 62,3*	58,8 / 56,8	58,8 / 63,1	75,5 / 68,3*	61,3 / 43,3	75,5 / 75,3
68,2 / 69,2*	66,5 / 68,8	72,7 / 69,5	69,5 / 69,5	69,5 / 69,3	72,7 / 72,5
78,7 / 74,9*	75,9 / 72,9	78,7 / 85,2	75,5 / 74,0*	75,5 / 73,0	76,4 / 83,2
69,7 / 72,2*	69,0 / 68,5	71,5 / 74,4	68,1 / 70,5*	59,3 / 58,8	69,5 / 72,9
55,9 / 57,0*	52,9 / 54,2	55,9 / 60,2	48,0 / 51,5*	48,0 / 48,0	48,0 / 55,4
55,1 / 56,7*	53,3 / 52,8	55,1 / 61,4	58,2 / 58,7	58,2 / 56,7	58,2 / 63,6
40,5 / 44,4*	36,3 / 36,8	43,6 / 50,2	37,6 / 45,1*	36,3 / 38,3	39,2 / 51,0
Температурно-вологісний індекс, Одиниць					
27,1 / 30,5*	27,1 / 28,7	27,1 / 33,4	24,3 / 32,0*	23,8 / 29,7	28,8 / 37,3
41,7 / 43,6*	40,9 / 41,9	42,7 / 45,2	42,0 / 44,4*	41,2 / 43,5	42,0 / 46,5
50,1 / 52,3*	50,1 / 50,2	50,9 / 53,4	51,2 / 53,4*	51,2 / 52,2	51,2 / 53,5
52,2 / 54,5*	52,4 / 52,3	53,6 / 55,6	54,6 / 54,6*	53,6 / 53,5	59,6 / 59,6
67,0 / 68,1*	67,0 / 67,9	68,6 / 69,2	70,0 / 69,4*	70,0 / 68,4	70,0 / 70,2
79,9 / 78,4*	79,9 / 77,4	80,3 / 79,6	77,6 / 77,7*	77,6 / 76,6	77,6 / 79,4
79,2 / 79,0	77,3 / 77,4	81,5 / 81,6	81,1 / 79,6*	78,4 / 77,4	81,1 / 82,0

Примітка: *P < 0,05 – достовірність різниці між показником у приміщенні та в зовнішньому середовищі, які зазначені через дріб.

Представлені дані (*табл. 1*) вказують на достовірну різницю між параметрами повітряного середовища в приміщенні та зовні в широкому

діапазоні зовнішніх температур (від -7,8 до +34,2 °С) навіть, за незначної відмінності за медіаною їх величин, що свідчить про необхідність їх урахування при оцінці і прогнозуванні клімату в неізольованих тваринницьких приміщеннях. При цьому що різниця температур повітря зовні і всередині приміщення була найбільшою під час низьких (до 4,2 °С) і найбільш високих температур (до 2,8 °С), так само як і показник його відносної вологості (3,9–7,5%).

Основою для побудови математичних моделей є проведення кореляційного аналізу та пошук достовірного зв'язку (r) між ознаками, як у нашому випадку – між параметрами повітряного середовища зовні та всередині приміщень. При цьому високий коефіцієнт детермінації (R^2) свідчитиме про високу ймовірність прогнозу.

Слід зазначити, що різниця внутрішньої і зовнішньої температур виявилася мінімальною в приміщенні ангарного типу, параметри повітряного середовища якого були найбільш близькими зі станом зовнішнього середовища. Зв'язок між температурою і вологістю повітря зовні і всередині приміщення (*табл. 2*) виявився високим r = 0,95–0,99 (P <0,001).

Таблиця 2

Кореляція між станом повітряного середовища зовні і всередині приміщень

Показник	Корпус каркасного типу		Корпус ангарного типу	
	r	R^2	r	R^2
Температура, °С	0,9970	0,9940	0,9972	0,9945
Відносна вологість, %	0,9547	0,9115	0,9799	0,9602
THI, Одиниць	0,9960	0,9919	0,9973	0,9946

Розрахункові дані свідчать про те, що різниця зовнішніх і внутрішніх температур в умовах максимально низької температури зовнішнього середовища (-25 °С) в залежності від типу корівника складе від 4,5 до 5,6 °С. В умовах спеки (+46 °С) різниця температур складе від 2,4 до 3,1 °С. При температурі + 21,0–22,0 °С температура всередині і зовні приміщень буде однаковою. Тобто, конструктивні особливості приміщень каркасного і ангарного типу сприяють збереженню температури повітря в корівнику при опусканні зовнішніх температур нижче +21,0 °С і, навпаки, при їх зростанні понад 22,0 °С, покрівля корівників виступає в якості тіньового захисту тварин від прямих сонячних променів і сприяє збереженню прохолоди.

Відносна вологість всередині приміщень в більшій мірі, ніж температура, буде залежати від конструктивних особливостей приміщень. Розраховано, що відмінність за цим показником між навколишнім середовищем і ККТ складе від 6,0 до 11,2%, а КАТ – від 1,6 до 4,8%. У міру зростання відносної вологості навколишнього середовища до 66,0–78,0%, цей показник в приміщеннях буде вище, ніж зовні. Далі, аж до максимального (100%) насичення зовнішнього повітря водяною парою, відносна вологість в приміщенні буде залишатися нижче зовнішніх показників.

Для оцінки стану повітряного середовища у НП різного типу в виробничих умовах ми отримали моделі ЛР (1, 2), що дозволяють визначити ТНІ в корпусах залежно від зовнішньої температури, використовуючи отримані дані (*табл. 1*).

$$THI_1 = 46{,}00549 + 1{,}04460 * T_{зовні} \quad (1)$$

$$THI_2 = 47{,}05419 + 0{,}99649 * T_{зовні} \quad (2)$$

де THI_1 – температурно-вологісний індекс в приміщенні ангарного типу; THI_2 – температурно-вологісний індекс в приміщенні каркасного типу; $T_{зовні}$ – температура повітря навколишнього середовища, ° С

Відповідні діаграми розсіювання цих моделей ЛР (1, 2) наведені нижче (*рис. 1*).

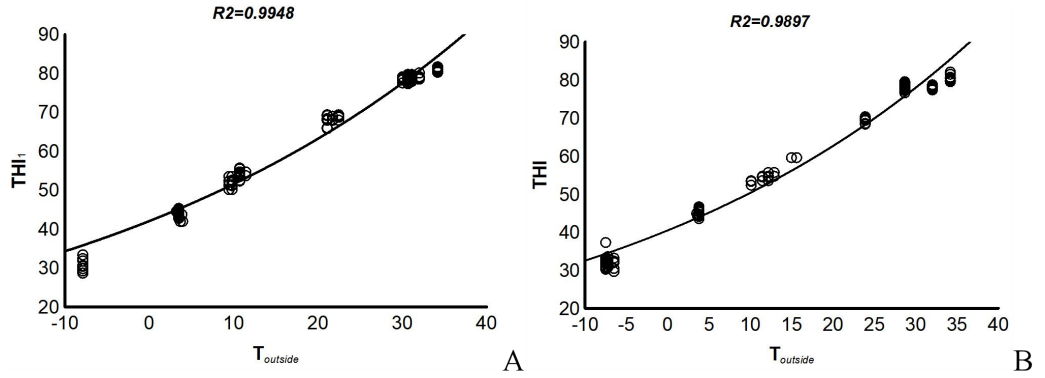
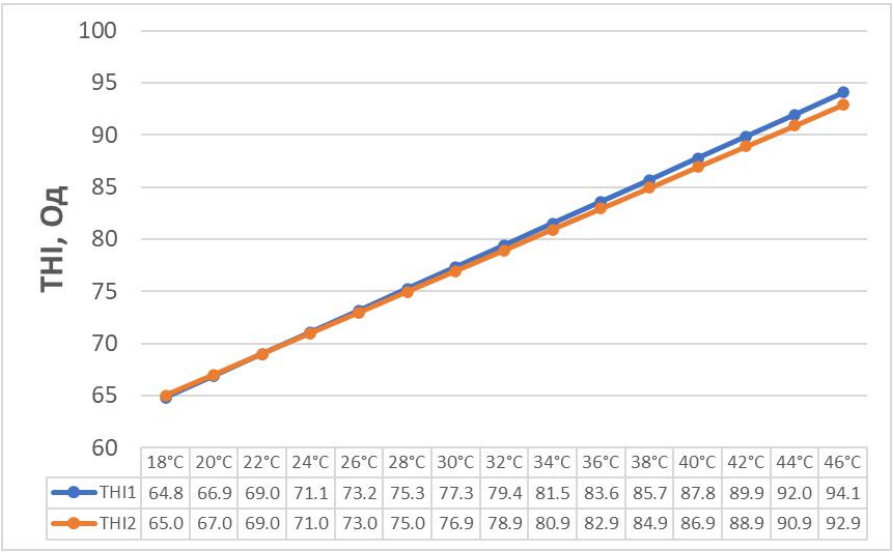


Рис. 1. Залежність температурно-вологісного індексу (ТНІ) у корпусі ангарного типу (А, THI_1) та в корпусі каркасного типу (В, THI2) від значення температури поза будівлями ($THI_{outside}$)

Зважаючи на тісну кореляцію між зовнішньою температурою та ТНІ в приміщеннях ангарного (r=0,997) та каркасного (r=0,995) типів, а також відповідні високі коефіцієнти детермінації (R^2=0,98 та R^2 =0,99) цих регресійних моделей, ми отримали розрахункові значення ТНІ (*рис. 3*), які демонструють відмінності у формуванні мікроклімату в НП, враховуючи їх конструктивні особливості.



	18°C	20°C	22°C	24°C	26°C	28°C	30°C	32°C	34°C	36°C	38°C	40°C	42°C	44°C	46°C
THI1	64.8	66.9	69.0	71.1	73.2	75.3	77.3	79.4	81.5	83.6	85.7	87.8	89.9	92.0	94.1
THI2	65.0	67.0	69.0	71.0	73.0	75.0	76.9	78.9	80.9	82.9	84.9	86.9	88.9	90.9	92.9

Рис. 2. Розрахункові показники температурно-вологісного індексу в неізольованих приміщеннях різних типів залежно від зовнішніх температур

Ці розрахунки THI (*рис. 2*) для приміщень проведені саме за високих температур зовнішнього середовища (>20 °С), що може бути пов'язано із розвитком у тварин теплового стресу, оскільки для характеристики важкості його прояву здебільшого й використовують цей індекс. Отримані дані вказують на незначну різницю в показниках температурно-вологісного індексу в НП різного типу (в 0,1–1,1 од.). Однак різниця між ТВІ зовні і всередині корівників полегшеної конструкції в 2–3 одиниці, повинна передбачати прийняття відповідних технічних рішень для створення комфортних умов для молочної худоби.

Встановлено, що зв'язок між температурою повітря і його відносною вологістю як в зовнішньому середовищі (r = -0,81), так і у приміщеннях полегшеної конструкції (каркасного – *r* = -0,78 і ангарного типу – *r* = -0,82), був сильним негативним (P <0,001). Ми вважаємо, що використання показника, що враховує взаємозв'язок цих, спільно діючих на терморегуляцію тварин параметрів (Т і В), є найбільш прийнятним, виходячи з високого позитивного кореляційного зв'язку між величиною THI зовні і всередині приміщення (r = 0,99; P <0,001).

Тому, для побудови регресійних моделей розрахунку температурно-вологісного індексу в приміщеннях каркасного і ангарного типу нами були взяті саме значення THI у зовнішньому середовищі, на відміну від наведених вище рівнянь (1, 2), які враховують лише величину зовнішніх температур (що зручно у виробничих умовах). Отримані моделі для температурно-вологісного індексу в корпусі ангарного (3) та каркасного (4) типу будуть мати такий вигляд:

$$THI_3 = 6{,}3763+0{,}90851*THI_{зовні} \quad (3)$$

$$THI_4 = 8{,}3418+0{,}88101*THI_{зовні} \quad (4)$$

де THI_3 – температурно-вологісний індекс в корпусі ангарного типу; THI_4 – температурно-вологісний індекс в приміщенні каркасного типу; $THI_{зовні}$ –

показник температурно-вологісного індексу в зовнішньому середовищі (розрахований за Kibler,1964).

Відповідні діаграми розсіювання цих моделей ЛР (3, 4) наведені нижче (*рис. 3*):

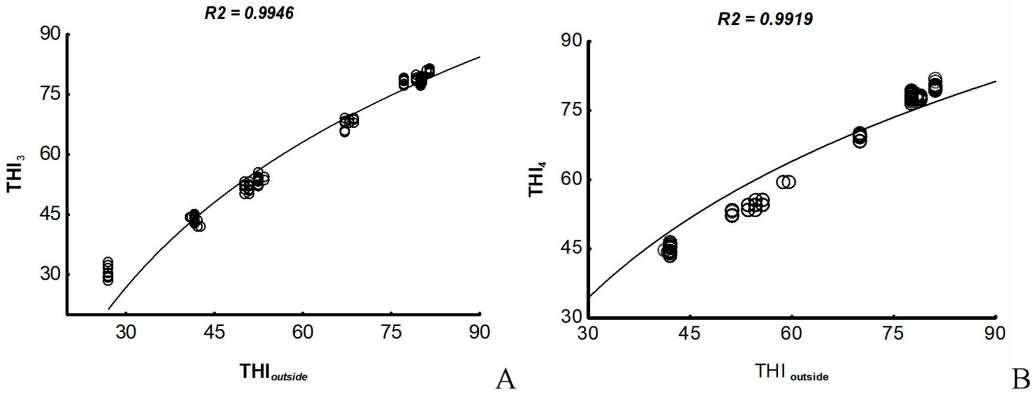
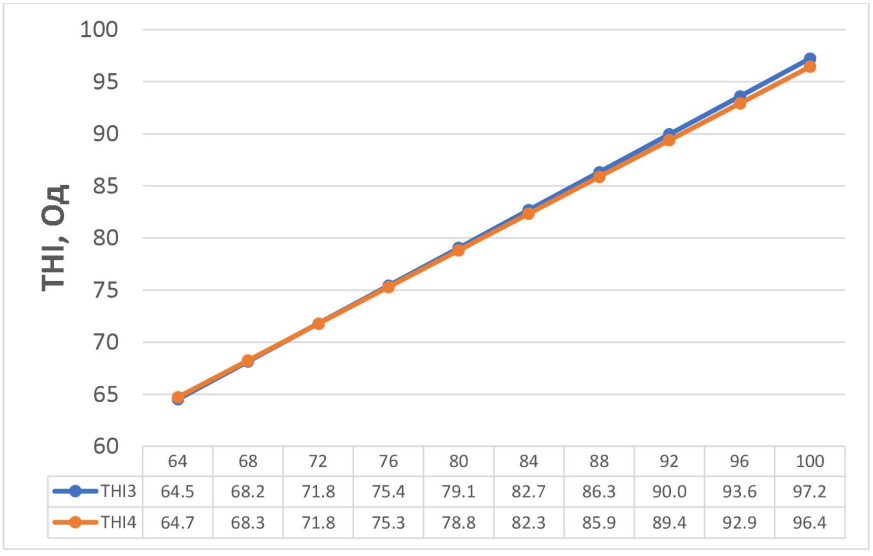


Рис. 3. Залежність температурно-вологісного індексу (THI) у корпусі ангарного типу (A, THI_3) та в корпусі каркасного типу (B, THI_4) від значення THI поза будівлями (THI outside)

Розрахунки THI у приміщеннях за різних значень цього індексу в зовнішньому середовищі свідчать про те (*рис. 4*), що максимальна різниця між його значеннями може становити до 3,6 од., тоді як відмінності у показнику THI між приміщеннях різного типу можуть складати до 1,0 од.



	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100
THI3	64.5	68.2	71.8	75.4	79.1	82.7	86.3	90.0	93.6	97.2
THI4	64.7	68.3	71.8	75.3	78.8	82.3	85.9	89.4	92.9	96.4

Рис. 4. Розрахункові показники температурно-вологісного індексу в неізольованих приміщеннях різних типів залежно від величини THI у зовнішньому середовищі

Коефіцієнт детермінації запропонованих моделей (1–4) становить R^2 =0,991–0,997, що вказує на високу ступінь передбачення результатів. Однак стан повітряного середовища в приміщенні може залежати й від інших багатьох

факторів (щільність розташування тварин в приміщенні, положення будівлі відносно сторін світу, як і особливості його огороджувальних конструкцій), які можуть впливати на точність прогнозу, а тому запропоновані моделі ЛР потребують подальшої перевірки у виробничих умовах.

Таким чином, клімат в НП в значній мірі був обумовлений станом зовнішнього середовища. Для його оцінки та прогнозування доцільно використовувати температурно-вологісний індекс. Регресійні моделі розрахунку THI в сучасних корівниках, побудовані шляхом багаторазових одночасних вимірювань температури і відносної вологості повітря всередині і зовні приміщень каркасного і ангарного типів є прийнятними (R^2 = 0,99) для прогнозу стану повітряного середовища та комфорту тварин, із урахуванням конструктивних особливостей НП.

2.2. Виробнича перевірки точності прогнозу THI за спекотних погодних умов у приміщеннях різних типів

Точність прогнозу мікроклімату в спекотний період була перевірена в КАТ на молочному комплексі ПрАТ «Агро-Союз» та в корпусі каркасного типу із дахом із сендвіч-панелей (КСП) МВК «Катеринославський» (48°34'03.1 "N, 34° 54'47.0" E) м. Дніпро. Відстань між підприємствами по прямій становить 52 км. Під час досліджень в корпусі ангарного типу знаходилося 548 корови голштинської породи середньої лактації (з 91 до 210 доби). Їх кількість у секціях (розрахованих на 150 корів, становила від 127 до 143 голів. Середньодобовий надій цієї технологічної групи був на рівні 24–26 кг.

Корпус на 600 молочних корів (МВК «Єкатеринославський») розміщений поздовжньою віссю з північного сходу на південний захід відносно сторін світу. Його розміри в осях становили 240,0 м × 32,4 м. Цей корпус мав утеплений дах, чотири окремі секції по 150 боксів для відпочинку (1,2 м × 2,5 м), розташованих в два ряди. Бічні стіни висотою 3,0 м мали залізобетонну основу із кріпленням для полотняних штор. Відкривання та зачинення штор регулювалося автоматично, залежно від температури всередині приміщення. Температуру фіксував реєстратор NORSOL WH-T-42 (Norsol Electronics, St. Hubert, QC, Canada); його температурні датчики знаходилися в приміщенні на висоті 3,5 м від підлоги (над горизонтальними осьовими вентиляторами). Дах був зроблений із сендвіч-панелей. Висота корпусу у фронтоні становила 9 м. На момент дослідження у секціях перебувало від 142 до 148 корів швіцької породи середньої лактації, їх середньодобовий надій становив 25 – 27 кг.

Температуру та відносну вологість у приміщенні та зовні реєстрували одночасно за допомогою термогігрометра Ambient Weather WS-10 (Ambient LLC, Chandler, AZ, USA) протягом 30 годин безперервно, із записом даних кожні 5–20 хвилин. Три дистанційні датчики (F007TH), що входять до складу WS-10, були розміщені на рівні відпочинку тварин (на висоті 50 см від підлоги) безпосередньо між першим та другим боксами у торцях секцій (з південного сходу та північного заходу) та в центральній частині (між першим та другим боксом для відпочинку). Зовнішній панель термогігрометра WS-10 із вбудованим датчиком розміщувалася поза приміщенням в тіні на висоті 2 м від

підлоги. Перед роботою датчики і термогігрометр (*рис. 5*) були налаштовані за допомогою аспіраційного психрометра Ассмана відповідно до ГОСТ 6353-52. Ми розуміємо, що в нашому випадку, перебування тварин біля датчиків могло вливати на їх виміри при безпосередньому контакті (облизування і т.п.), проте завчасне (за декілька діб) кріплення чохлів із металевої сітки без датчиків в боксах повинно було попередити «надмірну зацікавленість» корів до розміщеного обладнання.



a



b

Рис. 5. Вимірювання температурно-вологісного режиму в одному із неізольованих корівників: один з датчиків (F007TH) розташований в стійлі для відпочинку корів (*a*), термогігрометр Ambient Weather WS-10 розміщений зовні корівника (*b*).

2.2.1. Оцінка мікроклімату в корпусі каркасного типу із дахом із сендвіч-панелей

ТОВ «МВК «Катеринославський» (48°34'03.1" N, 34°54'47.0" E) є високотехнологічним інноваційним молочним комплексом із утримання швіцької породи. Корови утримується в сучасних корпусах розрахованих на 600 голів дійного стада (*рис. 6*). Приміщення розміщенні поздовжньою віссю у напрямі з північного сходу на південний захід відносно сторін світу. У кожному з них передбачене дворядне розміщення стійл (1,2×2,5 м) у чотирьох секціях (по 150 голів). Спеціальні гумові матраци створюють комфорті умови для відпочинку в стійлах. Розміри приміщень в осях становлять 240,0×32,4 м. Бічні стіни висотою 3,0 м мають залізобетонну основу (заввишки 0,4 м) із кріпленням брезентових штор. Додаткове денне і нічне (інфрачервоне) освітлення забезпечує необхідний світловий режим в приміщенні. Дах двоскатний, виконаний із сандвіч-панелей, що дозволяє підтримувати відносну постійність температури в корівнику, запобігаючи його надмірному перегріванню чи охолодженню. Висота приміщення у фронтоні становить 9 м. У спекотний період для посилення повітрообміну включаються вентилятори великого діаметру. У накопичувачі доїльного залу фірми DeLaval із системою моніторингу стада «Dairy Comp-350» (паралельного типу 2×20), діє також

система зрошення. Загально-змішаний раціон, збалансований відповідно до норм годівлі «Nutrient Requirements of Dairy Cattle» (2001), роздається на кормові столи. Балансування раціонів годівлі та підбір компонентів кормосуміші залежно від живої маси і продуктивності корів відбувається у співпраці із представниками компанії «Cargill» (Cargill AT, LLC). Кожна технологічна секція обладнана окремими годівницями з сіллю, крейдою та содою, що дозволяє тваринам їх вільно споживати за потребою. В міжстійлових проходах розміщенні групові автонапувалки із підігрівом води взимку. Гній з проходів видаляється мобільним засобом (Bobcat S250) коли тварини знаходяться в доїльній залі.



a *b*

Рис. 6. Корпус приміщення полегшеної конструкції на 600 дійних корів: *a*) внутрішній вигляд приміщення зі сторони кормового столу; *b*) бокси для відпочинку корів.

Бічні штори в приміщенні в якому проведені дослідження були постійно відкритими. Вентилювання приміщень відбувалося природнім шляхом (потужні вентилятори не працювали). За час спостережень добові температурні коливання зовнішнього повітря зафіксовані в межах від +16,6 до +37,2 °С, а відносної вологості – від 19 до 81 %.

Встановлено, що температура повітря в приміщені відрізнялась від зовнішнього середовища. Зокрема, у вечірній, нічний та ранковий час (з 19:00 до 7:00 год) в корпусі було тепліше. Різниця між максимальними значеннями середньої температури в приміщенні і зовні складала від 0,3 до 3,7 °С. Починаючи з 9:00 ранку й до 19:00 вечора температура в приміщенні залишалася прохолоднішою (на 0,2–4,0 °С), ніж зовні (при швидкому його прогріванні сонячними променями).

Були виявлені відмінності й за величиною середніх температур в різних частинах приміщення. Зокрема (*табл. 3*), впродовж доби в його центральній частині (25,5 °С) було прохолодніше на 0,3 та 0,9 °С, ніж в південно-східні і північно-західній стороні. Максимальна різниця температур між окремими ділянками приміщення спостерігалася в нічний час (о 2:00 год): між центральною і південно-східною – вона становила 1,1 °С; між центральною і північно-західною – 3,6 °С, між південно-східною та північно-західною – 2,5 °С. Причому в спекотний період доби (з 11:00 до 16:00 год) температурна різниця

між окремими ділянками не перевищувала 0,8°С. В цілому, враховуючи динаміку температур в приміщені було встановлено, що впродовж 18 год поспіль (з 16:00 до 9:00 год) на північно-західній стороні було тепліше. Різниця між середніми температурами в корпусі (в усіх точках спостереження) і північно-західною стороною становила від 0,1 до 2,0 °С. Із 10:00 до 15:00 год на південно-східній стороні температура була дещо вищою. Вона перевищувала середні показники в корпусі на 0,2–0,4 °С. В цілому коливання температур в приміщенні відбувалися в межах від +17,7 до +34,0 °С (із південно-східної сторони – 17,7–34,0 °С; в центральній частині – 18,3–33,2 °С; із північно-західної сторони – 20,2–33,2 °С).

Таблиця 3

Динаміка температури повітря (° С) в неізольованому корівнику впродовж доби (n=162, $\overline{X} \pm SE$)

	Зовні	Приміщення		
Час доби	в затінку	південно-східна сторона[1]	центральна частина[2]	північно-західна сторона[3]
1:00	18.2±0.08	20.6±0.13*(2,3)	19.6±0.16*(1,3)	21.9±0.32*(1,2)
2:00	17.5±0.13	19.5±0.19*(2,3)	18.4±0.05*(1,3)	22.5±0.36*(1,2)
3:00	16.7±0.11	18.7±0.04	18.6±0.07	20.6±0.28
4:00	16.7±0.14	19.4±0.71	20.2±0.92	20.8±0.21
5:00	17.7±0.22	20.4±0.15*(2,3)	21.3±0.17*(1)	21.3±0.09*(1)
6:00	19.9±0.32	20.7±0.08*	21.3±0.06*	21.2±0.08*
7:00	22.9±0.62	22.9±0.47	22.5±0.39	23.5±0.43
8:00	25.9±0.27	26.0±0.39	25.2±0.36(3)	26.2±0.29(2)
9:00	27.6±0.25	27.8±0.26(2)	26.9±0.28*(1)	27.9±0.35
10:00	29.2±0.46	29.1±0.41	28.7±0.45	28.7±0.53
11:00	31.3±0.52	30.9±0.52	30.5±0.53	30.1±0.53
12:00	33.1±0.60	31.7±0.56*	31.3±0.56*	31.5±0.45*
13:00	33.8±0.81	31.8±0.69	31.4±0.67*	31.5±0.59*
14:00	34.3±0.47	31.3±0.46*	31.0±0.41*	31.1±0.38*
15:00	34.6±0.62	32.4±0.70	31.7±0.66*	32.7±0.56*
16:00	32.6±0.23	30.9±0.29*(2,3)	30.5±0.24*(1,3)	31.3±0.19*(1,2)
17:00	31.8±0.18	30.5±0.12	30.3±0.04	31.1±0.11
18:00	34.3±1.78	30.1±0.15	30.2±0.11	30.7±0.22
19:00	30.1±0.46	29.7±0.18	30.3±0.19	31.4±0.41
20:00	27.4±0.51	27.9±0.46(3)	28.1±0.27(3)	29.6±0.08*(1,2)
21:00	24.5±0.32	25.7±0.18*(3)	26.2±0.26*(3)	27.4±0.42*(1,2)
22:00	22.3±0.23	24.3±0.21*	24.3±0.22*	24.6±0.31*
23:00	20.4±0.28	22.0±0.26*(3)	21.3±0.48*(3)	22.9±0.27*(1,2)
24:00	19.1±0.12	21.3±0.07*(2,3)	20.0±0.19*(1,3)	22.3±0.19*(1,2)

Примітка: * – достовірна різниця (P<0,05) між показниками зовні і в приміщенні; (1),(2),(3) – достовірна різниця між окремими частинами приміщення за U-критерієм Манна-Уітні (*U-test*).

Вологість в неізольованому приміщені також відрізнялась від зовнішнього повітря. Зокрема, з опівночі й до 7:00 год відносна вологість в тваринницькому корпусі була нижчою. Різниця між середніми її значеннями в приміщенні та зовні складала від 0,7 до 6,8%. З ранку (після 8:00 год) й до ночі

(24:00 год) вологість в приміщенні була вищою на 0,2–11,4%. Встановлено (*табл. 4*), що впродовж доби середнє значення відносної вологості (54,2%) з північно-західної сторони було вищим на 1,1 та 2,4%, ніж в центральній і південно-східній частині. Максимальна різниця між окремими ділянках приміщення за цим параметром повітряного середовища спостерігалася у вечірній час (із 19:00 до 22:00 год): між центральною і південно-східною – 10,6%; між центральною і північно-західною – 6,8%, між південно-східною та північно-західною – 11,8 °С. В період спеки з 11:00 до 16:00 год максимальна різниця за вологістю повітря між зазначеними частинами тваринницького корпусу становила лише 5,4; 6,7 та 7,8%. Зважаючи на динаміку відносної вологості можна стверджувати, що впродовж 13 год доби (з 8 год ранку по 9 год вечора) з південно-східної сторони приміщення повітря було більш сухим, ніж в інших його ділянках. Різниця між середньою відносною вологістю в корпусі і окремо в південно-східній частині зростала до 6,4%. В цілому її значення в повітрі приміщення коливалися від 27 до 76% (зовні варіювання відбувалося в межах від 19 до 81%).

Таблиця 4

Динаміка відносної вологості повітря в неізольованому корівнику впродовж доби (n=162, $\overline{X} \pm SE$)

	Зовні	Приміщення		
Час доби	в затінку	південно-східна сторона[1]	центральна частина[2]	північно-західна сторона[3]
1:00	73.1±0.50	71.1±0.80$^{(2,3)}$	68.9±0.37*$^{(1)}$	68.3±0.47*$^{(1)}$
2:00	74.9±0.15	70.9±0.28*$^{(3)}$	71.1±0.55*	66.5±1.08*$^{(1)}$
3:00	77.7±0.41	70.1±0.03	72.7±0.41	70.6±1.87
4:00	80.0±1.41	74.5±2.12*	74.5±0.71*	74.5±0.71*
5:00	78.8±0.34	74.2±0.66	75.2±0.44	73.8±0.52
6:00	73.6±1.13	70.3±0.51*	69.4±0.46*$^{(3)}$	71.6±0.32$^{(2)}$
7:00	65.3±2.09	64.3±1.83	65.8±1.25	63.8±2.52
8:00	51.5±0.97	52.3±0.92	54.7±1.32	54.7±1.15
9:00	44.0±0.47	47.4±0.52*	48.3±0.65*	48.4±0.78*
10:00	39.6±0.78	43.9±1.04*	44.1±1.13*	43.7±0.56*
11:00	35.2±0.75	37.7±0.82$^{(2,3)}$	43.1±2.38*$^{(1,3)}$	43.4±0.52*$^{(1,2)}$
12:00	29.4±0.64	34.3±0.56*$^{(3)}$	35.4±1.74*$^{(3)}$	41.3±0.63*$^{(1,2)}$
13:00	25.9±1.01	32.7±1.37*	35.6±2.13*	37.1±1.37*
14:00	23.8±0.82	31.6±0.74*$^{(2,3)}$	35.8±1.53*$^{(1)}$	38.2±0.74*$^{(1)}$
15:00	23.1±1.23	30.9±1.72$^{(3)}$	32.0±2.30*$^{(3)}$	38.7±1.05*$^{(1;2)}$
16:00	27.7±0.91	37.5±1.81*	39.4±1.21*$^{(3)}$	37.9±0.36*$^{(2)}$
17:00	30.7±0.41	36.7±0.41	40.7±0.41	39.3±1.08
18:00	34.3±1.78	38.7±1.08	42.5±0.71	44.7±3.08
19:00	39.0±1.41	39.7±0.41	50.3±2.16	48.3±0.41
20:00	46.6±0.84	43.2±0.55*$^{(2,3)}$	48.2±0.42$^{(1,3)}$	55.3±2.74*$^{(1,2)}$
21:00	48.8±0.47	49.3±1.12$^{(2,3)}$	51.8±0.65*$^{(1,3)}$	56.4±0.84*$^{(1,2)}$
22:00	52.1±0.44	58.1±1.50*	55.3±0.21*	55.6±0.57*
23:00	57.7±1.02	63.9±1.78*$^{(2)}$	56.9±0.57$^{(1,3)}$	65.6±2.05*$^{(2)}$
24:00	67.2±1.59	70.3±0.23$^{(2,3)}$	65.2±1.95$^{(1)}$	66.7±0.88$^{(1)}$

Примітка: див. *табл. 3*.

Впродовж доби, коливання THI зовні приміщення відбувалися в межах від 61,4 до 80,6. В неізольованому корівнику цей показник варіював від 63,7 до 82,8. При цьому різниця між середнім значенням THI зовні і всередині приміщення становила 1,5 од. (*табл. 5*). Максимальна різниця за величиною ТВІ спостерігалася в нічні і, особливо, у ранкові години. Цей показник в приміщенні був вищім на 3,2–5,1 одиниць, ніж зовні. Однак в період спеки (з 12:00 до 16:00 год.), відмінності в показниках зовнішнього і внутрішнього повітря становили лише 0,1–1,5 од., при цьому значення THI були вищими зовні приміщення. В самому ж корпусі максимальна різниця за цим показником між окремими частинами приміщення впродовж доби становила: в нічний час (0:00-2:00) – 5,1; вранці (3:00-11:00) – 1,7; в обід (12:00-15:00) – 1,6 та ввечері (16:00-23:00) – 3,2. Хоча середнє значення індексу в південно-східній, центральній і північно-західній частинах суттєво не відрізнялося і складало відповідно 72,5±0,96; 72,4±1,03 та 73,9±0,90. Тобто з північно-західної сторони показник THI на 1,4–1,5 од. був вищим, ніж в інших частинах приміщення.

Таблиця 5

Динаміка температурно-вологісного індексу в неізольованому корівнику впродовж доби (n=162, $\overline{X} \pm SE$)

	Зовні	Приміщення		
Час доби	в затінку	південно-східна сторона[1]	центральна частина[2]	північно-західна сторона[3]
1:00	63.7±0.11	67.3±0.17*(2,3)	65.6±0.25*(1,3)	68.9±0.49*(1,2)
2:00	62.7±0.22	65.6±0.28*(2,3)	63.9±0.07*(1,3)	69.3±0.48*(1,2)
3:00	61.6±0.15	64.5±0.04(2,3)	64.3±0.11(1)	67.2±0.36(1)
4:00	61.6±0.21	65.7±1.25	66.8±1.48	67.7±0.28
5:00	63.2±0.35	67.1±0.23*(2,3)	68.8±0.27*(1)	68.6±0.18*(1)
6:00	66.3±0.44	67.4±0.09*(2,3)	68.2±0.13*(1)	68.2±0.12*(1)
7:00	70.2±0.75	70.1±0.52	69.7±0.47	70.9±0.59
8:00	73.0±0.39	73.2±0.42	72.4±0.34(3)	73.8±0.35(2)
9:00	74.2±0.28	75.0±0.36(2)	73.8±0.30(1,3)	75.2±0.42(2)
10:00	75.6±0.51	76.2±0.43	75.5±0.44	75.6±0.64
11:00	77.3±0.55	77.2±0.52	77.7±0.83	77.1±0.62
12:00	78.3±0.64	77.6±0.59*(3)	77.3±0.39(3)	78.6±0.48(1,2)
13:00	78.3±0.73	77.4±0.73	77.4±0.55	77.9±0.67
14:00	78.5±0.35	76.6±0.39*(3)	77.2±0.23*	77.5±0.37*(1)
15:00	78.7±0.41	77.8±0.47*	77.2±0.36*	78.8±0.68
16:00	77.5±0.19	77.2±0.24	77.1±0.12(3)	77.8±0.26(2)
17:00	77.1±0.23	76.7±0.08	77.1±0.11	77.8±0.29
18:00	77.0±0.07	76.5±0.11	77.2±0.04	78.1±0.32
19:00	76.5±0.32	76.1±0.15	78.2±0.58	79.6±0.45
20:00	74.3±0.54	74.5±0.51(3)	75.4±0.35(3)	78.4±0.41*(1,2)
21:00	70.9±0.38	72.5±0.13*(3)	73.1±0.27*(3)	75.7±0.67*(1,2)
22:00	68.3±0.28	71.6±0.23*(2)	70.8±0.33*(1)	71.7±0.42*
23:00	66.2±0.33	68.8±0.25*(3)	67.3±0.62(3)	70.3±0.48*(1,2)
24:00	64.8±0.11	68.3±0.12*(2,3)	66.1±0.39*(1,3)	69.5±0.35*(1,2)

Примітка: див. *табл. 3.*

Такі параметри довкілля як температура і відносна вологість перебувають в тісному зв'язку. Коефіцієнт кореляції між ними був від'ємним (r=-0,939; P<0,001) з високою взаємообумовленістю (R^2=0,88). В повітрі приміщення цей зв'язок зростав (до r=-0,972; R^2=0,94), а тому цілком очевидним є те, що застосування THI для сумісного оцінювання їх впливу на стан тварин є досить зручним. В цілому клімат в приміщенні значною мірою був пов'язаний зі станом оточуючого середовища (r=0,95; R^2=0,90). Проте найбільш висока кореляція між THI довкілля і значенням цього показника в приміщенні спостерігалася на південно-східній стороні (r=0,98; R^2=0,96).

Виходячи із наведених нами даних, впродовж доби корови, які знаходилися в центральній та південно-східній частинах приміщення могли відчувати дискомфорт впродовж 18 год., в північно-західній – 22 год. При цьому показники температурно-вологісного стану, що відповідали стресовому стану тварин (THI>68) зовні приміщення в затінку тривали лише 16 годин. Виявлені відмінності щодо нерівномірного розподілу температур й вологості в приміщенні ми пов'язуємо із його конструктивними особливостями та розташуванням відносно сторін світу. Отримані дані вказують на необхідність додаткового застосування активного вентилювання не тільки в спекотний період, а й інші години доби, залежно від зони приміщення.

2.2.2. Оцінка мікроклімату в неізольованому приміщенні ангарного типу за спекотних погодних умов

Молочний комплекс приватного акціонерного товариства «Агро-Союз» (48°28′44″ N, 35°36′46″ E) має статус племінного господарства по розведенню голштинської породи. Корів утримують без прив'язі в корпусах полегшеної конструкції, збудованих за ресурсозберігаючою технологією. Дослідження мікроклімату проводилося в приміщенні ангарного типу, в якому знаходилися тварини середньої лактації (з 91 до 210 день). Їх кількість в секціях, розрахованих на 150 корів, становила 127–143 голів. Середньодобовий удій молока по цій технологічній групі був на рівні 24-26 кг. Цей корівник розташований з півночі на південь відносно сторін світу, має тентове покриття, оснащений поліетиленовими бічними шторами, його розміри в осях становлять 124 × 34,5 м, висота у фронтоні – 8,25 м. Розміщення стійл чотирирядне. Загальна площа приміщення на одну корову становить 4,3 м^2 (в тому числі стійла – 2,24 м^2). Воно оснащене кормовим столом і груповими автонапувалками (*рис. 7*).



Рис. 7. Неізольований корпус ангарного типу з тентовим покриттям

Дослідження температури повітря і відносній вологості в приміщенні проведені в інтервалі зовнішніх температур від +19,2 °С до +36,9 °С. Встановлено, що мікроклімат в корівнику залежав від стану навколишнього середовища. Кореляція між температурою повітря всередині і зовні приміщення склала r = + 0,962 (R^2 = 0,93), при цьому середня температура всередині і зовні корівника відрізнялася неістотно (*рис. 8*). При зовнішній температурі + 20–23 °С (вночі і рано вранці) різниця температур всередині і зовні приміщення не перевищувала 0,3 °С. Зранку і до полудня, при прогріванні зовнішньої температури до +32 °С в корівнику було тепліше на 1,5–2,0 °С. Це ми пов'язуємо зі здатністю приміщення зберігати тепло, яке вироблялося тварини.

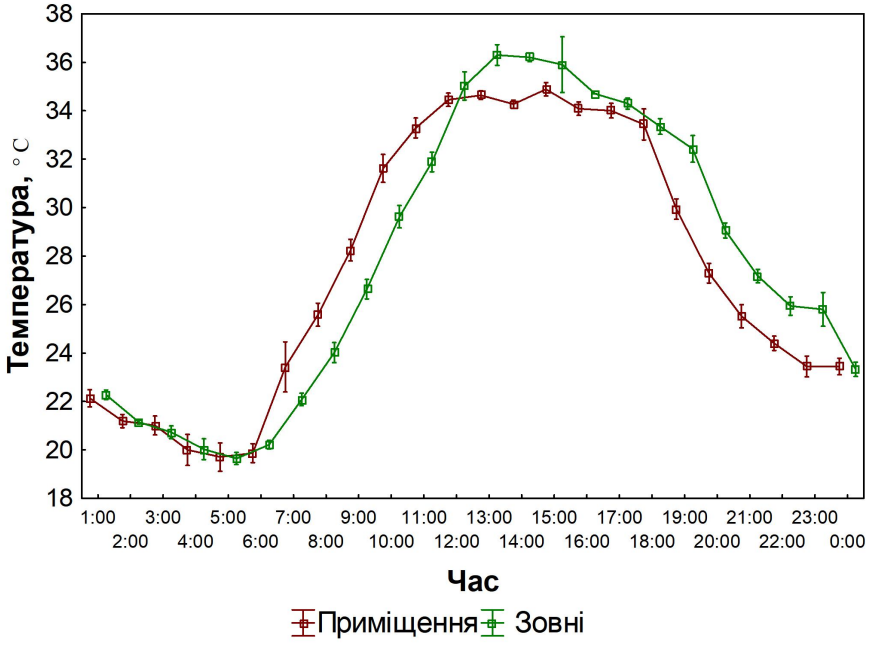


Рис. 8. Динаміка середніх температур зовні (зелена лінія) і всередині (бордова лінія) приміщення, n =402

Під час спеки, при прогріванні зовнішнього повітря понад +35 ° С, тент корівника виступав в якості тіньового захисту для тварин. У приміщенні було прохолодніше. Різниця середніх температур становила до 1,9 °С. Увечері, при опусканні зовнішньої температури нижче за +32 °С й до півночі, в неізольованому корівнику було прохолодніше на 1,5–2,5 °С, що ми пов'язуємо з більш швидким охолодженням приміщення, в якому працювали осьові вентилятори.

Температура в різних частинах приміщення, що має північно-південне розташування відносно сторін світу, істотно відрізнялася (*табл. 6*). З 7:00 год. ранку й до полудня в південно-східній частині приміщення було тепліше на 0,5–3,0 °С, ніж в північно-західній частині, що ймовірно було пов'язано з прогріванням корівника променями Сонця, яке сходило.

Таблиця 6

Динаміка температури повітря (°С) в неізольованому корівнику впродовж доби (n=134, $\overline{X} \pm SE$)

	Зовні	Приміщення		
Час доби	в затінку	південно-східна сторона[1]	центральна частина[2]	північно-західна сторона[3]
1:00	22.3±0.20	22.1±0.31	22.6±0.23	21.8±0.25
2:00	21.2±0.07	21.1±0.14	21.6±0.29	20.9±0.12
3:00	20.7±0.25	21.3±0.24	20.9±0.51	20.8±0.24
4:00	20.0±0.40	20.2±0.54	19.8±0.79	20.0±0.41
5:00	19.6±0.23	20.3±0.58$^{(2)}$	19.0±0.54$^{(1,3)}$	19.8±0.38$^{(2)}$
6:00	20.2±0.17	20.0±0.40$^{(3)}$	19.3±0.23*$^{(3)}$	20.4±0.24$^{(1,2)}$
7:00	22.1±0.25	25.7±0.44*$^{(3)}$	22.0±0.50$^{(3)}$	22.7±0.44$^{(1,2)}$
8:00	24.0±0.40	26.6±0.22*$^{(2)}$	24.8±0.36$^{(1,3)}$	25.6±0.38*$^{(2)}$
9:00	26.6±0.39	28.8±0.37*	28.1±0.42*	27.8±0.31
10:00	29.6±0.43	32.0±0.46*	31.9±0.65*	31.0±0.38*
11:00	31.9±0.38	34.2±0.31*$^{(2,3)}$	32.7±0.25$^{(1)}$	33.0±0.31*$^{(1)}$
12:00	35.0±0.54	34.9±0.27$^{(2)}$	34.0±0.14$^{(1,3)}$	34.5±0.21$^{(2)}$
13:00	35.0±0.54	35.0±0.13*$^{(2)}$	34.2±0.09*$^{(1,3)}$	34.5±0.21*$^{(2)}$
14:00	36.2±0.16	34.3±0.05*$^{(2,3)}$	34.0±0.09*$^{(1,3)}$	34.6±0.15*$^{(1,2)}$
15:00	35.9±1.41	34.7±0.23	34.8±0.28	35.2±0.21
16:00	34.7±0.19	34.0±0.21	34.2±0.35	34.2±0.35
17:00	34.3±0.28	33.8±0.21	34.3±0.21	34.0±0.28
18:00	33.4±0.31	32.5±0.40	34.2±0.65	33.7±0.43
19:00	32.4±0.52	30.0±0.34	30.2±0.47*	29.6±0.33*
20:00	29.1±0.29	27.3±0.55*	27.5±0.25*	27.1±0.24*
21:00	27.2±0.28	25.9±0.47*	25.3±0.49*	25.4±0.35*
22:00	25.9±0.37	23.9±0.32*	24.6±0.12*	24.7±0.12*
23:00	25.8±0.73	23.7±0.12	23.8±0.12	22.8±0.41
24:00	23.3±0.30	23.3±0.17	23.6±0.25	23.5±0.49

Примітка: див. *табл. 3*.

Пополудні й до 18:00 год північно-західна сторона прогрівалася сильніше. Температура тут була вищою на 0,3–1,2 °С. Різниця температур в центрі і торцях корівника впродовж доби коливалася від 0,1 до 3,7 °С.

Відносна вологість повітря в корівнику залежала від стану зовнішнього середовища (*рис. 9*). Кореляція між величиною відносної вологості всередині і зовні приміщення складала r = + 0,954 (R^2 = 0,91). Її середні значення в корівнику були найбільшими (48,2–55,9%) в нічний час і рано вранці до сходу сонця. Різниця між значеннями відносної вологості всередині та зовні приміщення в цей час була низькою (0,7–3,4%). У полуденний час й до 16:00 годин при максимальному прогріванні атмосферного повітря, його вологість знижувалася (до 13,5%). Однак в корівнику вона залишалася в середньому на 7,9–11,7% вищою, ніж зовні. Увечері, й аж до заходу Сонця, різниця була суттєвою (6,1–12,4%), і тільки після настання темряви й до опівночі, вона складала всього 3,4–4,1%. Впродовж усієї доби відносна вологість повітря в корівнику була вищою, ніж зовні, ми пов'язуємо із виділенням вологи тваринами і випаровуванням із поверхні огороджувальних конструкцій.

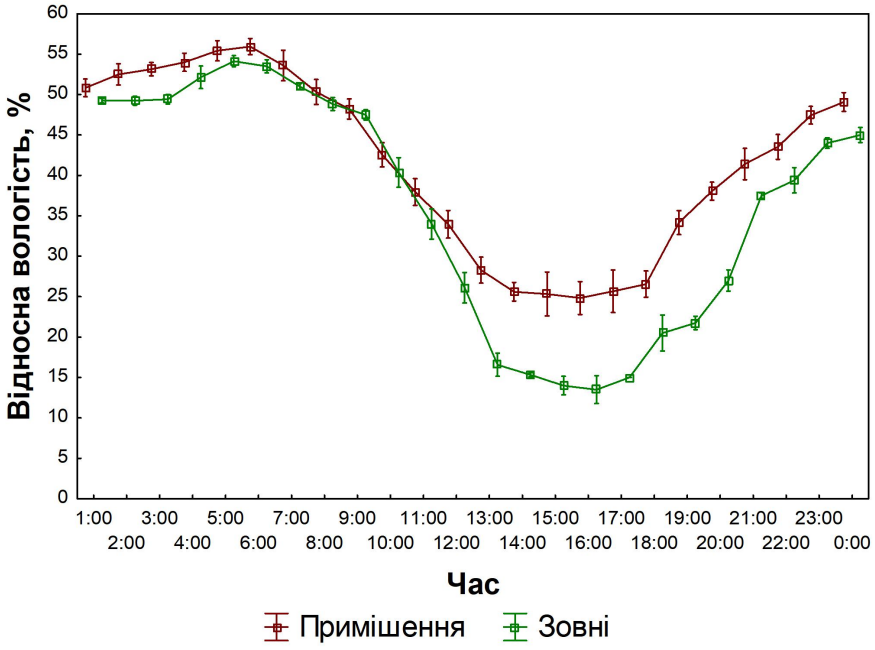


Рис. 9. Динаміка середніх значень відносної вологості зовні (зелена лінія) і всередині (коричнева лінія) приміщення, n =402

У різних частинах неізольованого корівника відносна вологість повітря також відрізнялася (*табл. 7*). З 9:00 і до 18:00 год вона була вищою в центральній частині приміщення на 0,5–7,2%, ніж в його торцевих частинах. У ранкові та вечірні години, а також вночі в південно-східній частині приміщення відносна вологість повітря була вищою (на 0,5–6,2%). У північно-західній частині корівника цей показник впродовж усієї доби був нижчим.

Таблиця 7

Динаміка відносної вологості повітря в неізольованому корівнику впродовж доби (n=134, $\overline{X} \pm SE$)

	Зовні	Приміщення		
Час доби	в затінку	південно-східна сторона[1]	центральна частина[2]	північно-західна сторона[3]
1:00	49.3±0.29	49.5±0.75(2,3)	50.8±0.73*(1)	52.3±0.29*(1)
2:00	49.3±0.55	51.0±0.47(3)	51.5±0.75(3)	55.0±0.47*(1,2)
3:00	49.5±0.49	51.5±0.45*(2,3)	51.9±0.43*(1,3)	55.3±0.39*(1,3)
4:00	52.5±1.20	52.5±0.61(3)	55.0±1.14(3)	57.1±0.74*(1,2)
5:00	54.1±0.64	52.7±0.65(2,3)	56.1±0.96(1)	57.4±0.74*(1)
6:00	53.5±0.79	53.5±0.37(2,3)	56.5±0.24*(1,3)	57.8±0.44*(1,2)
7:00	51.0±0.35	50.2±1.98	55.0±0.71*	55.6±0.45*
8:00	48.8±0.77	46.8±0.66(2,3)	51.3±0.67*(1)	52.8±1.00*(1)
9:00	47.5±0.62	45.0±0.49*(2,3)	50.2±0.34*(1)	49.5±0.37*(1)
10:00	40.4±1.71	40.8±0.83(2)	44.3±1.21(1,3)	42.6±1.67(2)
11:00	34.0±1.75	35.9±1.47(2)	40.4±0.97*(1,3)	37.6±1.57(2)
12:00	26.1±1.75	30.9±1.10(2,3)	38.1±0.48*(1,3)	32.9±1.48*(1,2)
13:00	16.6±1.35	25.9±1.26*(2,3)	29.9±1.61*(1)	29.1±0.98*(1)
14:00	15.3±0.23	22.7±0.37*(2,3)	27.3±0.37*(1)	26.8±0.52*(1)
15:00	14.0±1.41	22.5±0.71	28.0±1.41	25.5±0.71
16:00	13.5±2.12	23.0±0.51	27.0±1.41	24.5±0.71
17:00	15.0±0.51	23.0±0.49	28.5±0.71	25.5±0.71
18:00	20.5±2.13	25.2±0.52(2)	28.8±1.18*(1,3)	25.7±1.93(2)
19:00	21.8±0.78	30.1±0.65*(2,3)	36.1±0.82(1,3)	36.3±0.83*(1,2)
20:00	27.0±1.25	36.0±1.15*(3)	38.3±0.56*(3)	39.9±0.50*(1,2)
21:00	37.5±0.33	39.8±0.29*(3)	40.3±2.42(3)	44.3±0.29*(1,2)
22:00	39.4±1.52	41.0±1.54	44.6±0.97*	45.0±0.61*
23:00	44.0±0.71	46.0±1.22	48.0±0.51	48.3±0.41
24:00	45.0±0.94	47.3±0.99(3)	49.5±0.33*(3)	50.5±0.75*(1,2)

Примітка: див. *табл. 1*.

Отримані дані свідчать про те, що температурно-вологісний режим в неізольованому корівнику значно змінювався впродовж доби (*рис. 10*). Коефіцієнт кореляції між температурою і відносною вологістю повітря в приміщенні був високим r = -0,884 (P <0,05).

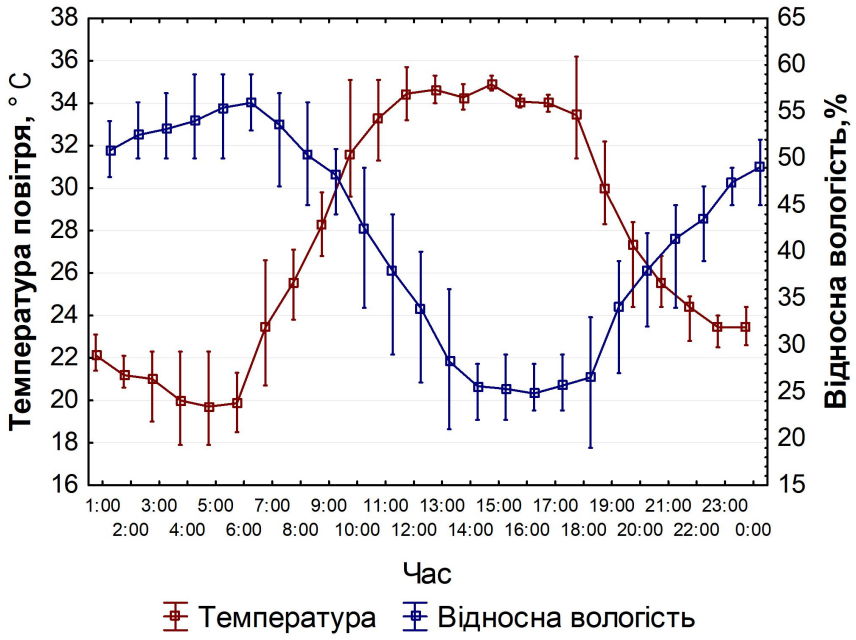


Рис. 10. Температурно-вологісний режим всередині неізольованого приміщення (температура – бордова лінія; відносна вологість – синя лінія), n = 402

Побудова моделі лінійної регресії (*рис. 11*) показує високу взаємну обумовленість температури на відносної вологості в приміщенні (R^2 = 0,78). При зростанні температури в корівнику на 1 °С відносна вологість буде знижуватися приблизно на 1,7%.

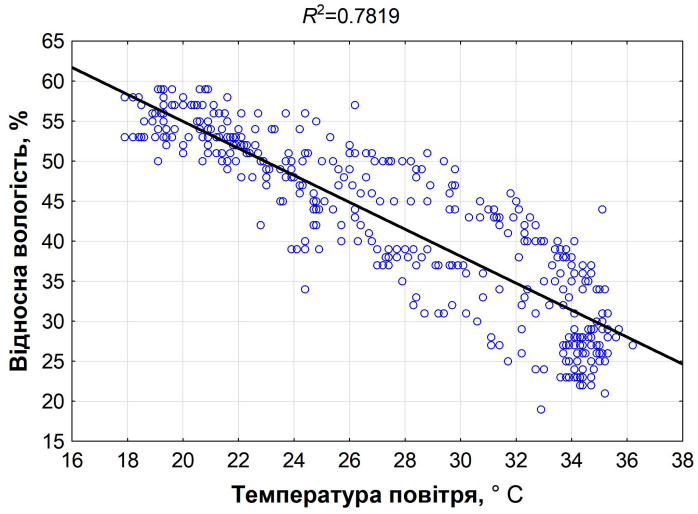


Рис. 11. Діаграма розсіювання на якій показано зв'язок між температурою повітря і відносною вологістю в неізольованому корпусі ангарного типу, n = 402

За таких умов охарактеризувати стан повітряного середовища в приміщенні, як і оцінити окремий вплив температури і відносної вологості на

тварин досить складно без застосування інтегрального показника, який враховував би їх спільну дія на організм молочних корів. Температурно-вологісний індекс (THI) давно використовують для оцінки комфорту великої рогатої худоби в умовах спеки та є цілком прийнятним за цих обставин.

Встановлено, що під час дослідження THI в зовнішньому середовищі коливався в межах від 64,9 до 79,7 одиниць. В неізольованому корівнику значення THI варіювало в межах від 64,1 до 81,0 одиниць. Різниця між середніми значеннями THI зовні і всередині неізольованого корівника в залежності від частини будівлі (*табл. 8*) становила 0,1–2,7 одиниць.

Таблиця 8

Динаміка показника температурно-вологісного індексу в неізольованому корівнику впродовж доби (n=134, $\overline{X} \pm SE$)

	Зовні	Приміщення		
Час доби	в затінку	південно-східна сторона[1]	центральна частина[2]	північно-західна сторона[3]
1:00	68.1±0.26	67.8±0.41	68.6±0.23	67.6±0.31
2:00	66.6±0.10	66.7±0.16	67.3±0.36	66.7±0.19
3:00	66.1±0.31	67.0±0.31	66.5±0.67	66.5±0.33
4:00	65.3±0.61	65.6±0.71	65.0±1.05	65.6±0.60
5:00	64.9±0.28	65.7±0.73	64.1±0.67	65.3±0.47
6:00	65.7±0.21	65.4±0.52$^{(2)}$	64.5±0.32*$^{(1,3)}$	66.1±0.33$^{(2)}$
7:00	67.9±0.32	72.5±0.65*$^{(2,3)}$	68.1±0.63$^{(1)}$	69.1±0.59$^{(1)}$
8:00	70.3±0.45	73.0±0.21*$^{(2)}$	71.6±0.47$^{(1,3)}$	72.7±0.41*$^{(2)}$
9:00	73.5±0.47	75.9±0.44*	75.7±0.54*	75.2±0.37*
10:00	76.2±0.26	79.0±0.43*$^{(3)}$	79.6±0.71*$^{(3)}$	78.2±0.24*$^{(1,2)}$
11:00	77.8±0.24	80.8±0.25*$^{(2,3)}$	79.9±0.19*$^{(1)}$	79.7±0.19*$^{(1)}$
12:00	79.7±0.28	80.6±0.32$^{(3)}$	81.0±0.12*$^{(3)}$	80.5±0.12$^{(1,2)}$
13:00	78.9±0.17	79.6±0.31$^{(3)}$	79.6±0.35$^{(3)}$	80.0±0.17*$^{(1,2)}$
14:00	78.6±0.17	78.2±0.03$^{(2,3)}$	78.8±0.16$^{(1)}$	79.4±0.21*$^{(1)}$
15:00	78.1±1.63	78.7±0.21	79.9±0.05	79.8±0.35
16:00	76.8±0.42	78.0±0.21	79.0±0.07	78.5±0.21
17:00	76.8±0.21	77.8±0.21	79.4±0.07	78.5±0.42
18:00	76.9±0.51	76.8±0.37$^{(2,3)}$	79.3±0.51*$^{(1)}$	78.2±0.57$^{(1)}$
19:00	76.2±0.45	75.0±0.30$^{(2)}$	76.2±0.42*$^{(1,3)}$	75.6±0.26$^{(2)}$
20:00	73.5±0.16	72.8±0.53	73.3±0.25	73.1±0.23
21:00	72.9±0.34	71.7±0.57	70.9±0.79	71.5±0.42
22:00	71.6±0.42	69.3±0.40*$^{(2,3)}$	70.6±0.09$^{(1)}$	70.7±0.10$^{(1)}$
23:00	72.0±0.92	69.6±0.24	69.9±0.16	68.7±0.57
24:00	69.0±0.30	69.1±0.21	69.8±0.32	69.7±0.62

Примітка: див. *табл. 1*.

При цьому в різних частинах приміщення (*рис. 12*) в залежності від часу доби найбільша різниця в значенні THI становила 2,5-4,4 одиниць, перевищуючи комфортні значення для молочних корів (THI <68) навіть в ранкові та вечірні години.

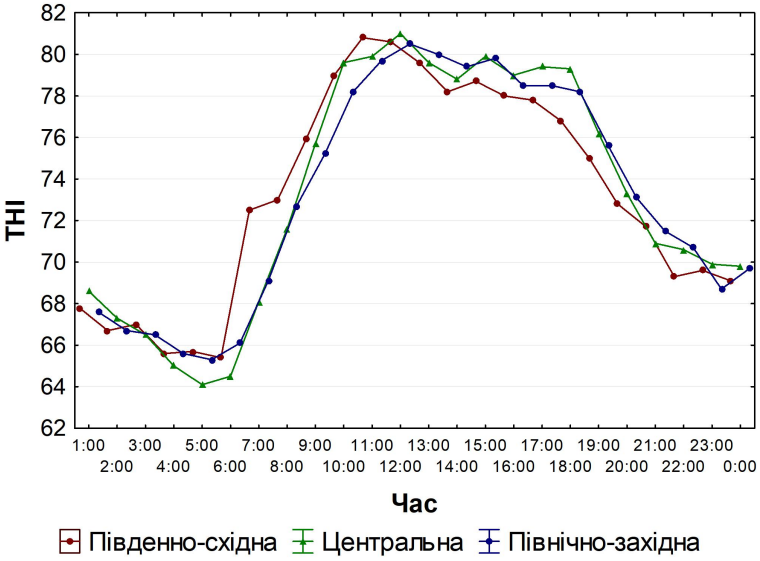


Рис. 12. Динаміка температурно-вологісного індексу в неізольованому корівнику (південно-східна сторона – бордова лінія; центральна частина – зелена лінія; північно-західна сторона – синя лінія), n = 134

Виявлені нами відмінності в показниках температурно-вологісного індексу в різних ділянках приміщення ми пов'язуємо з його конструктивними особливостями та розташуванням відносно сторін світу, тобто з різним ступенем їх прогрівання променями сонячного світла, що має передбачати вибірковий підхід до застосування додаткового охолодження (наприклад, зрошення) із урахуванням виявлених відмінностей.

Відомо, що підвищення THI до 72 одиниць є причиною зниження удою в молочних корів, при цьому для вмісту молочного жиру і білка порогові значення THI є ще нижчими. Отже, отримані нами відмінності в показниках THI у 2–4 одиниці в різних ділянках цього приміщення можуть вплинути на удій і склад молока окремих тварин.

Слід відмітити, що це дослідження в НП було проведено в умовах цілодобової роботи осьових вентиляторів великого діаметра. Однак швидкість руху повітря в місці відпочинку тварин була невеликою (до 0,9 м/с), і лише поблизу кормового столу його максимальна рухливість досягала 2,8–3,6 м/с. При цьому достовірної різниці за швидкістю руху повітря в торцях корівника і його центральною частиною виявлено не було.

Деякі вчені рекомендують вимірювати параметри мікроклімату на висоті близько 3–3,5 м від підлоги у випадку, коли це зробити у безпосередній близькості від тварин неможливо, вважаючи, що на цій висоті стан повітряного середовища найбільш подібний до місця відпочинку тварин (зважаючи на переміщення повітряних мас в НП) [7]. Проте у нашому випадку, ці точки виміру будуть не інформативні, оскільки як показали наші дослідження ефективність охолодження повітря в спекотний період (за роботи додаткової

механічної вентиляції) на висоті 4 м від підлоги становила 1,8–2,1 °С, в той час як у боксах на рівні відпочинку корів – лише 0,4 °С (*див. розділ 2.4*).

Це вкотре підтверджує, що для зменшення похибки в оцінці добробуту тварин, використовуючи THI, найбільш репрезентативні точки для розміщення датчиків температури і вологості слід обирати окремо для кожного приміщення [8]. Такі точки моніторингу повинні забезпечити точну та репрезентативну оцінку всієї будівлі або конкретних «проблемних» місць [14].

Так само як і в нашому дослідженні, вчені вимірювали температуру і вологість повітря в режимі реального часу за допомогою електронних датчиків, які знаходились безпосередньо над стійлами тварин на висоті 2,5 м [14]. Розміщення реєстраторів над підлогою на такій відстані було мотивовано їх недосяжністю для тварин і обслуговуючого персоналу (вони не повинні були заважати виконанню технологічних процесів на операцій). При цьому параметри зовнішнього повітря фіксували на висоті 2 м над землею. Таке розміщення датчиків хоча й було зручним для збору даних, проте воно не в повній мірі відображало стан середовища в місці перебування тварин, який безпосередньо на них впливає.

Ми розуміємо, що в нашому випадку (при розміщені датчиків у боксах на рівні відпочинку), перебування тварин біля датчиків могло вливати на їх виміри при безпосередньому контакті (облизування і т.п.), проте завчасне (за декілька діб) кріплення чохлів із металевої сітки без датчиків в боксах повинно було попередити «надмірну зацікавленість» корів до розміщених пристроїв. Для нас важливим було вимірювання параметрів мікроклімату саме в місці відпочинку корів, оскільки тут тварини можуть зазнавати найбільшого теплового навантаження в періоди спеки [21].

Результати наших досліджень свідчать, що різниця за середніми температурами всередині і зовні приміщень складала до 4 °С. У період спеки в корівниках було прохолодніше за рахунок даху, який створював тіньовий захист від сонячних променів. Відносна вологість в корівниках була вищою на 7-14%, ніж зовні, за рахунок виділення вологи тваринами і випаровування з оточуючих конструкцій. Результати наших досліджень співзвучні з даними інших авторів, які повідомляють, що різниця температур у полегшеному приміщенні і зовні становила 4,9–8,4 °С, відмінності за відносною вологістю повітря – складали 2,5–5,1% [14].

Різниця в показниках THI зовні і всередині приміщень сягала до 2-3 одиниць ($P < 0,05$), перевищуючи комфортне значення для корів (THI<68) впродовж 18–22 год на добу. На величину THI в самих приміщеннях істотно впливало розташування корівника відносно сторін світу та ступінь прогрівання його сонячними променями. Різниця між їх центральними і бічними частинами сягала до 5 одиниць ($P < 0,05$). Тож нерівномірний розподіл THI в корівниках може вплинути на молочну продуктивність окремих тварин, що вимагає диференційованого підходу до додаткового охолодження приміщень.

Отримані дані вказують на необхідність додаткового застосування активного вентилювання не тільки в спекотний період (як ми вважали раніше), а й інші години доби, залежно від зони приміщення. Важливість цього заходу

підтверджують вчені *T. Patbandha et al.*, які повідомляють, що ефект теплового стресу може бути пом'якшений, якщо температура в приміщенні впаде нижче +21 °C, принаймні протягом 3–6 год нічного часу, оскільки тварини зможуть повністю розсіяти своє теплове навантаження [17].

Літературні джерела свідчать, що сучасні дослідження не обмежуються лише моніторингом клімату в приміщеннях, а все частіше прогнозуванням за допомогою математичного моделювання [12; 24]. Сильний достовірний зв'язок між параметрами повітряного середовища в корівниках та зовнішньому середовищі ($r=0,95$, $R^2=0,90$), визначений нами на підставі багаторазових одночасних попарних вимірювань температури і відносної вологості, свідчив про можливість застосування методів математичного моделювання для прогнозу і нормалізації мікроклімату в НП, що визначило напрям наших подальших досліджень.

2.2.3. Перевірка точності моделей ЛР щодо прогнозу температурно-вологісного індексу в НП

Математичне моделювання широко використовується для прогнозування реакції тварин на тепловий стрес [13]. Воно також може бути корисним інструментом для прогнозування мікроклімату, оптимізації систем вентиляції та теплового комфорту в приміщеннях [11; 24; 28].

Незважаючи на тривалу історію використання моделювання в екологічних дослідженнях та порівняно високу точність прогнозів (близько 90%), тим не менше, деякі аспекти моделей залишаються слабо розробленими, частково через обмеження умов, в яких вони були випробувані, а отже, без урахування впливу всього спектру факторів. При моделюванні важливо враховувати, що мікроклімат району може суттєво відрізнятися від широкомасштабних середніх прогнозів погоди через вплив форми ландшафту, висоти над рівнем моря, близькість до моря або внутрішніх вод, незалежно від того, знаходиться це місце в долині чи на вершині пагорба, а також структура наземного рослинного покриву. Детальні просторові та часові дані про мікроклімат, отримані в результаті дистанційного зондування F. *Zellweger et al.*, чи як в наших дослідженнях, безпосередньо зовні будівель, можуть сприяти більш реалістичним прогнозам мікроклімату та пов'язаних з цим біотичних реакцій на зміни погодних умов [30].

У подібних до *M. Segnalini et al.* дослідженнях з моделювання мікроклімату в НП, у якості вхідних даних для моделювання використовувались лише значення ТНІ зовнішнього середовища [22]. На думку *S. Hempel et al.,* одночасні дослідження ТНІ всередині і зовні приміщень, як і в нашому випадку, можуть покращити прогнози майбутніх теплових реакцій тварин і тим самим сприяти розвитку адаптивних систем в тваринництві [8].

Обмежена інформація в літературі щодо тривалого моніторингу параметрів мікроклімату в НП та безпосередніх даних їх вимірювань в зоні розміщення тварин (за допомогою відповідних пристроїв) ускладнюють розробку універсальних підходів до моніторингу та прогнозування мікроклімату в приміщеннях [7]. Труднощі також пов'язані з підходами до

процесів статистичного моделювання (пояснювального чи прогнозного), а також підбором оптимальної величини вибірки даних [24; 26].

Найбільшим обмеженням таких досліджень (їх недоліком) є те, що переважна більшість статистичних моделей не апробовані, і хоча коефіцієнт детермінації вважається хорошим критерієм для оцінки їх ефективності, повідомлення про перевірку таких моделей в реальних виробничих (експериментальних) умовах важко знайти [11]. Оскільки проведення великої кількості випробувань в лабораторних або польових експериментах (необхідних для побудови моделей) є дорогим і трудомістким, що ускладнює їх виконання і робить такі дослідження особливо цінними [24].

Експериментальні дані, отримані у вигляді медіанних значень THI за межами та всередині приміщень протягом спекотного періоду (*табл. 9*), послужили матеріалом для перевірки точності запропонованих моделей регресії. Ці дані були отримані в один із спекотних днів літа (у червні та серпні), під час короткочасних теплових хвиль.

Таблиця 9

Добова динаміка температурно-вологісного індексу в НП під час виробничої перевірки, Me (min-max)

Час доби	Неізольовані приміщення			
	ККТ (n=402)		ККС (n=414)	
	зовні	всередині	зовні	всередині
1:00	68.0 (67.6-68.6)	68.0 (67.0-69.1)	63.7 (63.3-64.0)	67.2 (64.4-70.6)*
2:00	66.5 (66.4-66.8)	66.7 (66.2-68.0)	62,5 (62.1-63.3)	65.5 (63.7-70.6)*
3:00	66.4 (64.7-66.8)	66.7 (64.0-68.2)	61.5 (61.4-61.8)	64.5 (64.2-67.6)*
4:00	64.3 (64.0-67.2)	64.6 (62.5-68.3)	61.6 (61.4-61.7)	67.0 (64.8-67.9)*
5:00	64.6 (64.4-66.2)	64.6 (62.7-68.3)	63.1 (62.2-64.4)	68.3 (66.3-69.3)*
6:00	65.5 (65.2-66.4)	65.3 (63.5-67.1)	66.7 (64.6-67.6)	68.0 (67.1-68.8)*
7:00	67.9 (67.1-68.7)	69.7 (66.5-74.0)*	70.2 (68.4-71.9)	70.4 (68.5-72.3)
8:00	70.2 (69.1-71.6)	72.6 (70.2-73.9)*	73.0 (71.8-74.1)	73.1 (71.2-74.5)
9:00	73.4 (72.1-74.6)	75.8 (74.1-77.4)*	73.7 (73.6-75.2)	74.8 (72.8-75.9)
10:00	76.1 (75.0-77.1)	78.7 (77.0-83.5)*	75.9 (73.7-76.7)	76.3 (73.2-77.3)
11:00	77.9 (76.5-78.7)	80.1 (78.6-81.5)*	75.3 (75.0-77.7)	75.2 (73.8-78.0)
12:00	79.4 (78.6-81.1)	80.8 (78.9-81.6)*	75.5 (75.5-75.6)	75.7 (75.0-76.9)
13:00	78.9 (78.4-79.7)	79.8 (78.8-81.1)*	77.0 (75.4-77.1)	76.1 (75.5-76.9)
14:00	78.5 (78.3-79.1)	78.7 (78.1-79.8)	77.6 (77.3-78.6)	76.5 (75.6-76.9)*
15:00	78.1 (76.9-79.2)	79.7 (78.5-80.0)	78.0 (77.7-78.0)	76.5 (76.1-77.3)*
16:00	76.8 (76.5-77.1)	78.5 (77.8-79.0)*	77.4 (76.4-77.7)	77.2 (76.2-78.2)
17:00	76.7 (76.6-76.9)	78.5 (77.6-79.4)*	77.0 (76.9-77.5)	77.1(76.6-78.3)
18:00	76.6 (75.8-78.3)	78.2 (76.0-81.2)*	77.0 (77.0-77.1)	77.2 (76.3-78.5)
19:00	76.1 (74.5-78.0)	75.7 (73.7-77.8)	76.5 (76.0-76.9)	78.4 (75.9-80.0)
20:00	73.4 (73.1-74.3)	73.1 (69.9-74.2)*	74.6 (73.0-75.6)	75.6 (73.4-79.3)*
21:00	72.2 (72.4-73.7)	71.5 (69.3-72.7)*	70.8 (69.2-73.2)	73.2 (71.9-79.3)*
22:00	71.5 (70.4-72.7)	70.6 (68.1-70.9)*	68.1 (67.4-69.1)	71.4 (69.9-72.9)*
23:00	72.6 (70.5-72.9)	69.6 (68.2-70.2)*	66.0 (65.1-67.4)	68.9 (65.4-72.1)*
24:00	69.1 (68.4-69.5)	69.4 (68.7-71.0)	64.8 (64.4-65.0)	68.3 (65.4-70.6)*

Примітка: КАТ – корпус каркасного типу; ККС – корпус каркасного типу із дахом із сендвіч-панелей; * – достовірна різниця (P<0,05) між показниками зовні і всередині.

Істотні відмінності (*рис. 13*) були зафіксовані при порівнянні реальних даних отриманих у неізольованих приміщеннях (експеримент), із прогнозами запропонованих чотирьох регресійних моделей (названих моделями 1–4), представлених відповідними рівняннями (1)–(4).

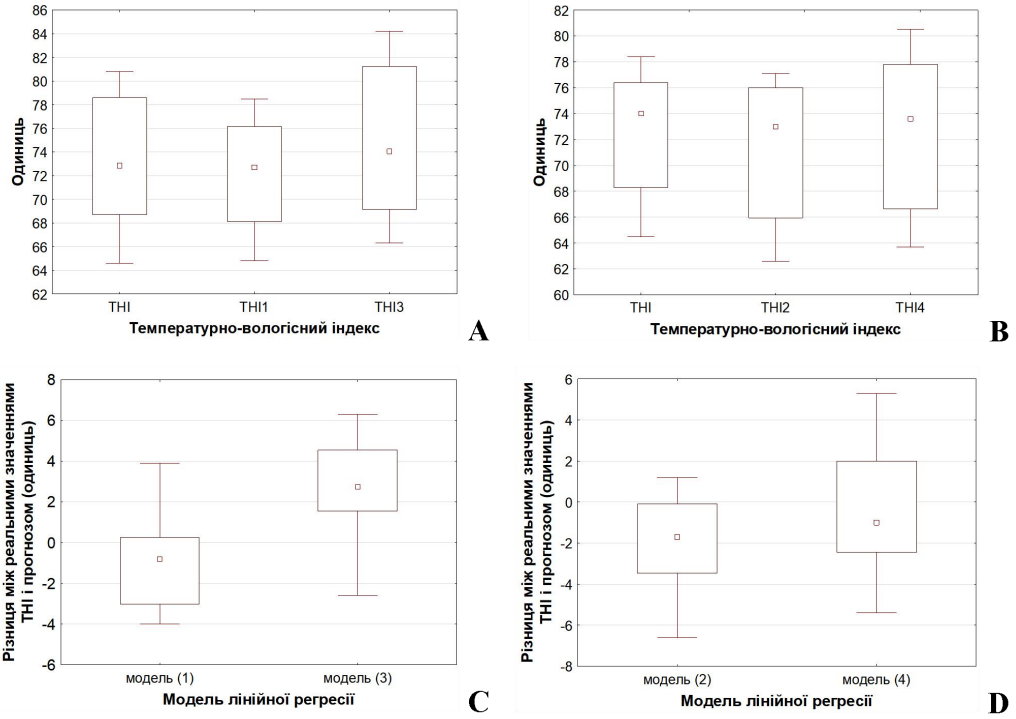


Рис. 13. На діаграмах розмаху показані відмінності між реальними величинами температурно-вологісного індексу, отриманого під час виробничої перевірки (THI, розрахований за Kibler (1964)) і прогнозами моделей (1) та (3) – для приміщення ангарного типу (A, C) і моделей (2) та (4) – для корпусу каркасного типу із покрівлею із сендвіч-панелей (B, D).

Середні значення THI у корпусі ангарного типу із тентовим покриттям коливались від 66,3 од. вночі (з опівночі до 6 год ранку) до 79,1 од. вдень (з 13 до 18 год.). Найбільші відмінності були зафіксовані між експериментальними даними та прогнозами для моделі (1) вранці (з 7 до 12 год) – 3,1 одиниці та вдень (з 13 до18:00 год) – 1,6 одиниці. Прогнозовані значення THI моделі (1) були нижчими за експериментальні у всіх випадках (P <0,05). Модель (3) мала найбільшу похибку впродовж дня (з 13 до 18 год) – 4,4 одиниці, а також ввечері (з 19 до 24 год) – 2,6 одиниці. У всіх випадках передбачені значення моделі (3) були вищими, ніж спостерігалися в експерименті (P <0,05). Між реальними та розрахунковими значеннями різниця була найменшою для моделей (1) та (3) у нічний час, становлячи відповідно -0,2 та +1,6 од. Ця різниця була недостовірною.

Щодо корпусу каркасного типу з утепленою покрівлею, у ньому середні значення THI становили від 64,1 одиниць (вночі) до 76,5 одиниць (вдень).

Відмінності були значними між даними спостережень (експеримент) та прогнозом для моделі (2) вночі – 3,4 одиниці, а також ввечері – 2,9 одиниці. Для цієї моделі (2) в усіх випадках прогнозовані значення були нижчими за експериментальні (P <0,05). Найбільш значні відмінності були зафіксовані між експериментом та прогнозами для моделі (4). Різниця становила мінус 3,9 одиниць вночі, а також плюс 3,3 одиниці вдень; в той час як вранці для моделей (2) та (4) відмінності були мінімальними (0–1,0 одиниць).

Таким чином, використання ЛР виявилося досить ефективним інструментом для прогнозування показника температурно-вологісного індексу в НП (*табл. 10*), виходячи зі стану повітряного середовища зовні приміщень в спекотний період року. Точність прогнозу для запропонованих нами моделей була високою (93–96%). Однак, різниця між прогнозами THI та даними експериментів була досить великою (від 0 до 4,4 од), а тому в подальшому науковий пошук повинен передбачати з'ясування причин, що впливають на якість статистичного моделювання.

Таблиця 10

Точність регресійних моделей прогнозу THI для приміщення ангарного типу (модель 1,3) та приміщення каркасного типу з утепленою покрівлею (модель 2,4)

Показник	Моделі лінійної регресії			
	(1)	(3)	(2)	(4)
ПМ (R^2)	0.8535*	0.9209*	0.8602*	0.8807*
МеВ (%):				
Ніч (0:00–6:00 год)	0.3	1.6	5.0*	3.9*
Ранок (7:00–12:00 год)	3.9*	2.5	1.3*	0.0
День (13:00–18:00 год)	1.6*	5.6*	0.4	3.3*
Вечір (19:00–24:00 год)	0.4	3.6*	4.0*	2.9*
МВ (%)	4.0*	6.3*	6.6*	5.4*
Точність прогнозу (%)	96.0	93.7	93.4	94.6

Примітка: ПМ, продуктивність моделей, яку оцінювали за коефіцієнтом детермінації (R^2); МВ, максимальні відхилення спостережуваних (експеримент) і прогнозованих значень THI (%); МеВ, медіанне відхилення спостережуваних і розрахункових значень THI (%);
* – достовірна різниця (P <0,05) між спостережуваними та прогнозованими значеннями THI.

Точність запропонованих нами регресійних моделей щодо прогнозування THI у НП на основі стану повітряного середовища (THI) зовні приміщень становила від 93 до 96%. Однак різниця між прогнозованими та експериментальними даними в значеннях THI була досить великою (від 0 до 4,4 одиниць). Тому наші подальші наукові дослідження будуть зосереджені на виявленні причин, що визначають якість статистичного моделювання.

Повідомляють, що прогнози за використання штучних нейронних мереж були більш точними, що зумовлено тим, що цей метод можна розглядати як нелінійні узагальнення логістичної регресії [8]. Тому використання методів машинного навчання для прогнозування параметрів навколишнього середовища (температури, вологості, викидів парникових газів) може мати

кращі результати, ніж лінійні моделі, завдяки врахуванню. Однак лінійні моделі відрізняються насамперед зрозумілою інтерпретацією їх параметрів та простотою у використанні, що певною мірою й обумовило наш вибір на користь ЛР в цьому досліджені. А тому потрібні подальші дослідження, для того щоб з'ясувати, чи використання штучних нейронних мереж, як альтернатива ЛЗ, буде більш ефективним через усунення проблем колінеарності.

Ми згодні із *A.S. Gardner et al.* стосовно того, що більшість статистичних моделей нехтують фізіологічними складовими, оскільки включення до них кліматичних змінних повинно бути виправданим з фізіологічної точки зору, а тому наші подальші дослідження враховуватимуть фізіологічні показники та продуктивність корів в моделях як змінні [6]. Проте численні дослідження, які вказують на достовірний взаємозв'язок між ТНІ та добробутом, поведінкою і надоями корів, свідчать про вірний напрям наших досліджень щодо оцінки комфорту тварин [9].

Моделі також повинні включати швидкість повітря всередині та зовні приміщень як входи ЛР, оскільки моделювання, яке мало ці змінні (при розрахунку ETIC), мало більш точні результати прогнозування, з урахуванням високої турбулентності та значної просторової неоднорідності поширення повітряних мас всередині приміщень, та їх істотну залежність від приземної швидкості вітру [8; 29].

Зрозуміло, що точність лінійних моделей з одного боку буде залежати від повноти представлених входів, а з іншої – їх кількість не повинна перевантажувати модель. Це протиріччя може бути вирішене шляхом визначення надійних кореляцій між незалежними складовими моделі. В одному з наших попередніх досліджень виявлено більш сильний зв'язок між температурою, вологістю (так само як й ТНІ) та компонентами молока, ніж між ними та силою вітру, що певною мірою виправдовує наш підхід до моделювання з урахуванням ТНІ в якості входу для ЛР.

2.3. Можливість використання метеорологічних даних для прогнозування клімату в ПН

Дані про погоду були отримані з мережі Інтернет на сайті Українського гідрометеорологічного центру Meteo.ua (https://meteo.ua/) в архіві погоди. Тут узагальнено дані з метеостанції в м. Павлоград та метеостанції Міжнародного аеропорту «Дніпропетровськ» (Дніпро), розташовані в Дніпропетровській області в центральній частині України. Відстань по прямій від цих найближчих метеостанцій до молочних комплексів («Агро-Союз» та «Катеринославський») склала 27 та 19 км відповідно. Погодні умови (температуру та відносну вологість) безпосередньо поблизу тваринницьких корпусів реєстрували термогігрометром WS-10 (*див. розділ 2.2*). Ми порівнювали отримані нами погодні дані зовні приміщень з метеоданими для того, щоб зрозуміти, чи є різниця між ними, і чи буде доцільним використання метеорологічних даних з найближчих метеостанцій для оцінки впливу погоди на мікроклімат НП і продуктивність корів у подальших наших дослідженнях.

Ми припустили, що повинні бути відмінності між даними метеостанцій, розташованих поблизу молочних комплексів, і погодними умовами біля приміщень. На підтвердження цієї гіпотези нами проведено порівняння значень температури повітря і відносній вологості, що використовувалися для розрахунку температурно-вологісного індексу (*табл. 11*).

Таблиця 11

Медіана температури повітря (Т), відносної вологості (В) та температурно-вологісного індексу (THI), зафіксованих упродовж однієї літньої доби під-час виробничої перевірки (метеостанція / зовні приміщення)

Час доби	Неізольовані приміщення, n=76					
	КАТ			ККС		
	Т, °С	В, %	THI, од	Т, °С	В, %	THI, од
Ніч	20,5/20,9	58,5/50,5*	66,5/65,3	20,3/19,2	55,3/73,0*	65,9/65,2
Ранок	28,5/30,3	43,3/40,8	75,2/76,5	26,5/29,2	41,7/42,0	73,0/76,0
День	33,0/35,5*	25,8/15,0*	77,7/77,6	33,5/35,1	27,0/23,5	78,2/79,1*
Вечір	24,3/26,8	41,8/38,3	69,8/72,7	28,7/30,0	33,5/32,5	74,4/75,3

Примітка: КАТ – корпус каркасного типу; ККС – корпус каркасного типу із дахом із сендвіч-панелей. Ніч: 0:00-6:00 год; ранок 7:00-12:00 год; день 13:00-18:00 год; вечір 19:00-24: 00 год.; * – P <0,05.

Порівняно з даними метеостанції, поблизу корпусу ангарного типу відносна вологість була достовірно нижчою вночі (на 8%), при перевищенні температурних медіан впродовж доби на 2,8–2,9 °С (P<0,05); проте суттєвої різниці в значеннях THI між даними метеостанції і безпосередніми вимірюваннями поблизу приміщень протягом дня не виявлено. Тому, у цьому випадку, використання температурно-вологісного індексу для характеристики погоди за межами цієї будівлі буде більш доречним.

Так само й біля приміщення каркасного типу з утепленим дахом було тепліше зранку й до пізнього вечора (на 1,3–2,7 °С), зі значним перевищенням середньої відносної вологості вночі (на 18%). Різниця у значеннях THI протягом дня виявилась достовірною, перевищуючи метеорологічні дані на 0,9-3,0 од. (*рис. 14*).

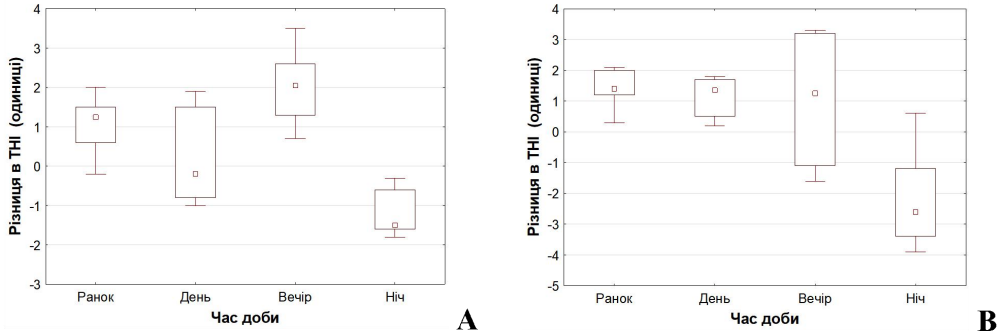


Рис. 14. Діаграми розмаху, на яких зображені відхилення експериментальних даних THI від даних найближчих метеостанцій для приміщення ангарного типу (А) та приміщення із металоконструкцій із утепленою покрівлею (В).

Таким чином, виявлені відмінності в ТНІ, між метеорологічними даними і значеннями індексу біля будівлі, слід враховувати при оцінці впливу погодних умов на мікроклімат в НП під час літньої спеки.

2.4. Використання математичного моделювання для оцінки ефективності охолодження повітря приміщення та поверхні тіла тварин за додаткової механічної вентиляції

Через великі габарити, передбачені в НП системи природної вентиляції через бокові штори і світло-аераційні ліхтарі здатні забезпечити необхідні параметри повітряного середовища лише у вузькому діапазоні зовнішніх температур [14; 24]. Усунення цих проблем передбачає застосування додаткових (крім природної) систем вентиляції, які потребують значних енерговитрат, і як наслідок, призводять до здорожчання виробництва продукції. Тому вивчення ефективності роботи додаткової механічної вентиляції (осьових розгінних вентиляторів) з використання принципів математичного моделювання, було одним із завдань наших досліджень.

2.4.1. Оцінка ефективності охолодження повітря в приміщенні в спекотний період

Ми припустили, що робота осьових вентиляторів (механічна вентиляція) призведе до зменшення значень ТНІ в НП. Це означає, що прогнози ТНІ, зроблені під час лише природної вентиляції у приміщеннях, повинні бути вищими за значення, отримані під час спостереження в умовах додаткової механічної вентиляції (експерименту), тобто у цьому дослідженні ми застосували принцип порівняння експериментальних даних із даними математичного прогнозу.

Швидкість повітря в НП різної конструкції в зоні відпочинку тварин (в боксах) та біля кормового столу визначали термоанемометром Benetech GM 8903 (*Shenzhen Jumaoyuan Science and Technology Co., Ltd, Shenzhen, China*) в умовах природної та додаткової механічної вентиляції. Конструкція розгінних осьових вентиляторів (які застосовували в періоди спеки) у корпусах підприємств була подібною. Вони були підвішені на висоті 2,5–3,0 м від підлоги у вертикальному положенні на відстані 10–15 м з нахилом під кутом 10°. Усі розгінні вентилятори (діаметром 90 см) розраховані на повітрообмін 318 м^3/хв. Їх потужність 0,7 кВт. У КАП («Арго-Союз») вони розташовувались як над боксами для відпочинку, так і над гнойовими проходами зі сторони кормового столу (у шаховому порядку); в КСП («Катеринославський»), вони розташовувалися лише над боксами для відпочинку корів.

Спочатку всередині приміщення ангарного типу ми вимірювали температуру (Т) і відносну вологість повітря (В) в літній сезон з 12:00 до 14:00 год періодично протягом 4 днів поспіль для розрахунку ТНІ за Kibler (1964) (*табл. 12*).

Таблиця 12

Медіана температури повітря (Т), відносної вологості (В) та температурно-вологісного індексу (THI) у корпусі ангарного типу з додатковою механічною вентиляцією в літній сезон (12:00 до 14:00 год)

№	Зовні корпусу			Всередині корпусу		
	Т, °С	В, %	THI, од	Т, °С	В, %	THI, од
1/ 119	30.1	30.4	75.2	28.0	38.2	74.0
2/ 29	34.9	26.5	79.7	33.5	27.9	78.4
3/ 58	35.8	24.7	80.3	32.8	30.9	78.3
4/ 29	36.9	23.0	81.0	34.2	26.8	79.4

Примітка: № – день вимірювання; n – кількість вимірювань

Потім на основі даних THI за межами приміщення, були розраховані (прогнозовані) значення THI всередині корпусу використовуючи рівняння (1). Порівняння даних прогнозу (*рис. 15*) з реальними значеннями THI всередині приміщення (позначені як експеримент), дійсно виявили відмінності за величиною температурно-вологісного індексу. Можна стверджувати про те, що робота осьових вентиляторів сприяла зменшенню THI у приміщенні ангарного типу на 0,4-1,0 одиниць у най спекотний період доби (з опівдня до 2 год. дня), що пов'язане зі збільшенням швидкості руху повітря за рахунок додаткової механічної вентиляції (*табл. 13*).

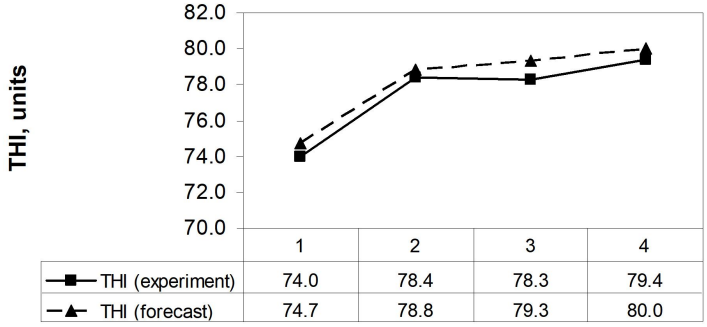


Рис. 15. Порівняння значень температурно-вологісного індексу всередині приміщення з додатковою механічною вентиляцією (THI experiment) із величиною прогнозу (THI forecast), отриманого за даними зовнішніх температур повітря і відносної вологості.

Таблиця 13

Швидкість руху повітря (м/с) за додаткової механічної вентиляції в корпусі ангарного типу, Me (min–max)

Місце вимірювання	Тип вентиляції	
	природна	механічна
Зона відпочинку тварин (бокси):		
на висоті 0,5 м від підлоги	0.3 (0.2–0.4)	0.4 (0.1–1.8)*
на висоті 1,2 м від підлоги	0.4 (0.2–0.5)	0.6 (0.1–1.5)*
Гнойовий прохід (зі сторони кормового столу): на висоті 1,2 м від підлоги	0.6 (0.2–0.9)	1.9 (0.5–3.6)*

Примітка: * – достовірна різниця (P <0,05) між природною та додатковою механічною вентиляцією.

Щоб оцінити ефективність механічної вентиляції в корпусі каркасного типу з дахом із сендвіч-панелей, нам спочатку потрібно було побудувати необхідну модель LR (*рис. 16*) для визначення THI всередині приміщення з природною вентиляцією через відкриті штори, виходячи зі значень індексу зовні будівлі (початкові дані для цієї моделі були взяті з *табл. 9*); а потім порівняти оціночні значення (позначені як прогнози) з спостережуваними (експеримент).

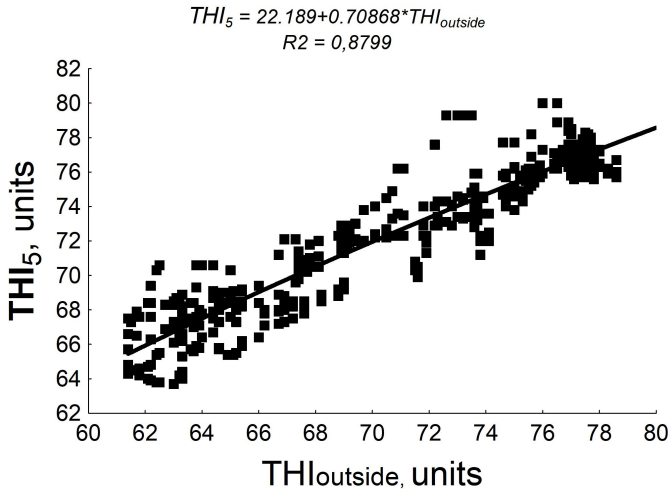


Рис. 16. На діаграмі розсіювання показана залежність температурно-вологісного індексу в корпусі каркасного типу з дахом із сендвіч-панелей (THI_5) від значення THI поза будівлею ($THI_{outside}$) за природної вентиляції.

Рівняння ЛР, отримане для прогнозування THI в корпусі каркасного типу з дахом із сендвіч-панелей за природної вентиляції залежно від значень індексу зовні приміщення, буде виглядати так:

$$THI_1 = 22{,}189 + 0{,}70868 * THI_{outside} \qquad (5)$$

де THI_5 – температурно-вологісний індекс всередині в корпусі каркасного типу з дахом із сендвіч-панелей за природної вентиляції через відкриті штори; $THI_{outside}$ – температурно-вологісний індекс в зовнішньому середовищі, розрахований за *Kibler (1964*).

Передбачалося, що спостережувані значення THI, розраховані на основі вимірів температури і відносної вологості всередині будівлі з 12:00 до 16:00 годин за додаткової механічної вентиляції будівлі (*табл. 14*), будуть нижчими розрахункових значень індексу (THI_5) через збільшення швидкості руху повітря в молочному корпусі (*табл. 15*). Дані, отримані в цьому дослідженні, вказують на зниження THI на 0,5 одиниці.

Таблиця 14

Середній показник температурно-вологісного індексу (THI) в корпусі каркасного типу з дахом із сендвіч-панелей за додаткової механічної вентиляції, розрахований за Kibler (1964) та прогнозовані значення індексу (THI_5), розраховані за зарівнянням (5), n = 72

Час	THI	THI_5	Різниця[1] (+/-)
12:00	78.5	78.2	-0.3
13:00	78.6	78.6	0.0
14:00	78.5	79.0	+0.5
15:00	78.7	78.2	-0.5
16:00	78.4	78.0	-0.4

Примітка: [1] Позначення менше (-) або більше (+) вказує на те, наскільки прогнозовані значення температурно-вологісного індексу (THI_5) відрізняються від експериментальних (THI).

Наведені дані вказують на те, що регресійне моделювання для оцінки ефективності додаткової механічної вентиляції доцільно застосовувати лише до 15:00 год., оскільки при прогріванні та збереженні тепла в НП з природною вентиляцією моделі, що враховують зовнішню температуру (а також THI), не будуть працювати через швидше охолодження температури поза приміщенням, ніж всередині.

Таблиця 15

Швидкість руху повітря (м/с) за додаткової механічної вентиляції корпусі каркасного типу з дахом із сендвіч-панелей, Me (min–max)

Місце вимірювання	Тип вентиляції	
	природна	механічна
Зона відпочинку тварин (бокси):		
на висоті 0,5 м від підлоги	0.2 (0–0.3)	0.4 (0.1–0.9) *
на висоті 1,2 м від підлоги	0.3 (0.1–0.6)	0.5 (0.1–1.4) *
Гнойовий прохід (зі сторони кормового столу): на висоті 1,2 м від підлоги	0.5 (0.1–0.7)	1.4 (0.8–2.3) *

Примітка: * – достовірна різниця (P <0,05) між природною та додатковою механічною вентиляцією.

Таким чином, лінійні регресійні моделі дозволяють оцінити ефективність додаткової механічної вентиляції, використовуючи значення THI в неізольованих молочних приміщеннях; в нашому випадку ефективність охолодження приміщень становила до 0,5-1,0 одиниць, в залежності від типу будинку.

2.4.2. Оцінка ефективності додаткової механічної вентиляції при охолодженні поверхні тіла корів

Ми визначили, наскільки додаткова механічна вентиляція може бути ефективною при охолодженні поверхні тіла тварин в період спеки, виходячи з принципу порівняння реальних (експеримент) та прогнозованих (ЛР) значень температури тіла молочних корів.

Температуру поверхні тіла корів в ділянці середньої третини шиї реєстрували тепловізійним пірометром FLIR TG165 (FLIR Systems, Wilsonville, OR, USA) з випромінюванням 0,98 на відстані близько 1,5 м від тварин, після їх

фіксації в хедлоках під час споживання корму після повернення з доїння. При роботі з тваринами, ми дотримувались вимог «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Рада Європи, 1986 р.), а також Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження»№ 3447 від 21.02.2006.

Спочатку температуру тіла тварин (n=1634) вимірювали в приміщенні ангарного типу з природною вентиляцією протягом року. Показники температури повітря (Т) та відносної вологості (В) в приміщенні використовували при розрахунку температурно-вологісного індексу (THI) за Kibler (1964) (*табл. 16*). На основі цих даних була побудована модель ЛР (*рис. 17)*, яка характеризує залежність температури тіла тварин від величини THI в приміщенні.

Таблиця 16

Середня температура поверхні тіла (*Tb*) корів у приміщенні ангарного типу з природною вентиляцією за різних мікрокліматичних умовах

n	Стан мікроклімату			*Tb* (°C)
	Т (°C)	В (%)	THI (од)	
114	-5.4	63.0	29.6	16.9
12	-3.2	68.0	31.8	18.4
49	-2.5	68.0	32.9	16.7
286	5.1	69.5	44.0	18.5
418	12.9	64.6	55.7	27.3
365	22.5	54.9	68.8	32.7
390	30.7	46.0	78.4	34.4

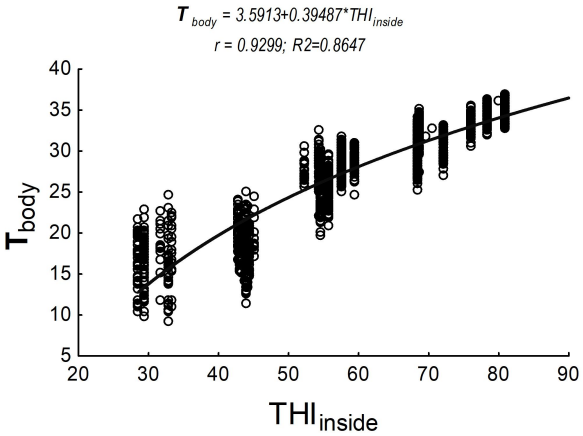


Рис. 17. Діаграма розсіювання показує залежність температури поверхні тіла корів (T_{body}) від величини температурно-вологісного індексу в приміщенні ангарного типу (THI_{inside}) за природної вентиляції.

Рівняння ЛР для прогнозування температури поверхні тіла корів у приміщенні з природною вентиляцією залежно від стану мікроклімату буде мати такий вигляд:

$$T_{body} = 3,5913 + 0,39487*THI_{inside} \quad (6)$$

де T_{body} – це температура поверхні тіла корів, а THI_{inside} – показник температурно-вологісного індексу в приміщенні, розрахований за Kibler (1964).

Потім, в період літньої спеки ми вимірювали температуру поверхні тіла тварин, одночасно реєструючи температуру та відносну вологість повітря, необхідні для розрахунку температурно-вологісного індексу (THI) за додаткової механічної вентиляції в приміщенні (швидкість руху повітря була наведена в *табл. 13*).

Встановлено, що температура тіла корів в експерименті за умов роботи осьових вентиляторів виявилася нижчою за прогнозовану (6) на 0,4–0,5 °С (*табл. 17*).

Таблиця 17

Середня температура поверхні тіла корів під час літньої спеки в сараї за додаткової механічної вентиляції

n	THI (од.)	Температура поверхні тіла корів (°С)			*P-value*
		прогноз[1]	експеримент[2]	різниця	
193	68.5	30.6	30.2	0.4	0.001
62	72.2	32.1	31.6	0.5	0.014

Примітка: Температурно-вологісний індекс (THI): розрахований за Kibler (1964); температура поверхні тіла: [1]прогнозована – обчислена за рівнянням (6); [2]експериментальна – отримана при безпосередньому вимірюванні за додаткової механічної вентиляції.

Таким чином, принцип порівняння експериментальних даних із прогнозами (з використанням регресійного моделювання) може бути одним із корисних інструментів при визначенні ефективності використання додаткової механічної вентиляції в НП під час літньої спеки.

Узагальнюючи результати досліджень, ми пропонуємо алгоритм для прогнозування значень THI в НП під час літньої спеки із використанням регресійного моделювання (*рис. 18*).

Цей алгоритм є певним керівництвом до дій при оцінці та прогнозуванні мікроклімату в НП, що враховує особливості вимірювання параметрів повітряного середовища, вплив окремих факторів на процес вимірювання, а також враховує конструктивні особливості НП.

Слід зауважити, що природна вентиляція через відкриті брезентові штори, як і робота осьових горизонтальних вентиляторів у досліджуваних приміщеннях, виявилися недостатніми для створення комфортних умов у спекотний період. Ми з'ясували, що рухливість повітря в зоні відпочинку тварин за додаткового активного вентилювання максимально зростала до 0,9 м/с (тобто була вищою лише на 0,3 м/с, ніж за рахунок опущених штор і відкритих воріт). Водночас, швидкість руху повітря в зоні гнойових проходів (зі сторони кормового столу) за додаткової примусової вентиляції зростала в середньому до 1,4–1,9 м/с (збільшувалась на 0,8–1,1 м/с, порівняно з природною). Це вкотре підтверджує дані інших дослідників про те, що зона відпочинку тварин (стійло чи бокс) є тим місцем, де молочні корови відчувають найбільше теплове навантаження на молочну продуктивність [21; 24].

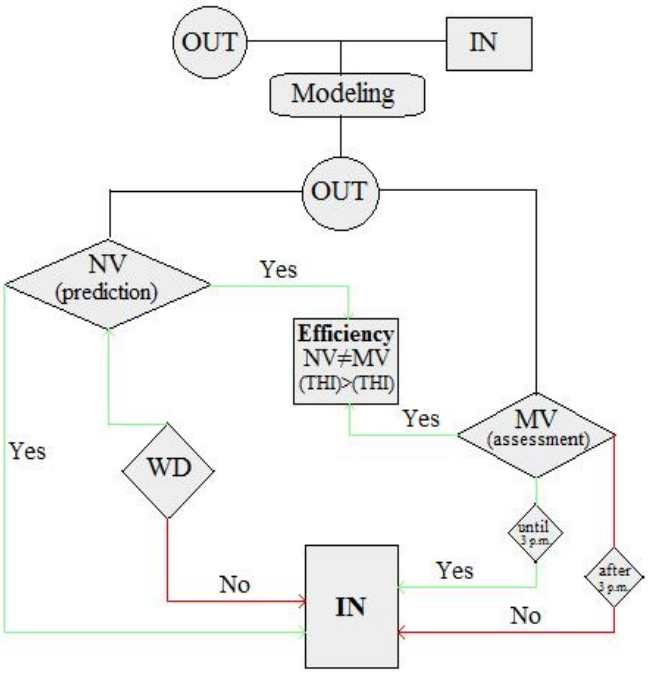


Рис. 18. Алгоритм прогнозування мікроклімату та оцінки ефективності додаткової механічної вентиляції в НП з використанням ЛР (на основі погодних умов зовні приміщення), де NV: природна вентиляція; MV: додаткова механічна вентиляція; WD: дані метеостанції; OUT: погодні умови зовні приміщення; IN: стан повітряного середовища в приміщенні.

Однак, саме увімкнення осьових горизонтальних вентиляторів після виявлення перших ознак теплового стресу, навіть за незначного прискорення руху повітря в боксах, запобігало подальшому прояву гіпертермії у корів швіцької породи при зростанні THI до 77,2 одиниць (див. *QR Code 1,2*). Поодинокі випадки посилення слинотечі та прискорення дихання були помічені й серед голштинів, навіть за цілодобової роботи горизонтальних вентиляторів при зростанні THI до 79,8 од. (о 13–14 год.).

QR Code 1

QR Code 2

Конструктивні особливості НП запобігають надмірному перегріванню повітря під час денної спеки з одного боку створюючи тіньовий захист для тварин, а з іншого – призводять до збереження нагрітого повітря в приміщенні, коли воно охолоджується в навколишньому середовищі, подовжуючи вплив підвищених температур на організм.

Оцінка охолоджуючого ефекту додаткової механічної вентиляції може бути ефективною при порівнянні прогнозів (на основі даних мікроклімату в умовах природної вентиляції, взятих для моделювання) та безпосередніх спостережень у приміщеннях з горизонтальними осьовими вентиляторами. Тому бажано застосовувати таке регресійне моделювання лише до 15:00 год. При нагріванні та збереженні тепла в НП, моделі, що враховують значення зовнішньої температури повітря (а також значення THI), не дадуть ніяких результатів, оскільки температура за межами будівлі швидше охолоджується, ніж всередині.

Незначне зниження THI в зоні відпочинку тваринами, а також погане охолодження поверхні тіла корів під час механічної вентиляції, повинно послужити стимулом для подальшого пошуку заходів, спрямованих на підвищення охолодження в НП з урахуванням особливостей формування мікроклімату протягом спекотного літнього сезону.

У результатах, опублікованих в 1988 році [27], було показано, що поєднання змочування і примусової вентиляції запобігало добовому підвищенню ректальної температури (на 0,3 °C). Однак, в умовах малої рухливості повітря, надмірна вологість при застосуванні спринклерів, може спричинити перегрів тварин внаслідок погіршення тепловіддачі.

Запропоноване нами технічне рішення дозволяє регулювати температурний режим і підтримувати відносну вологість повітря в за рахунок створення дрібнокрапельного водяного туману (до 30 мікрон), охолоджуючи приміщення на 4–10 °C [4]. При цьому автоматично підтримується необхідний мікроклімат (вологість / температура), і що важливо, підстилка залишається сухою.

Отже, сучасні енергозберігаючі (неізольовані) тваринницькі приміщення для молочної худоби вимагають нових підходів до вимірювання та оцінювання стану повітряного середовища через особливості формування мікроклімату. Використання з цією метою дистанційних датчиків безперервної реєстрації температурно-вологісних параметрів повітря може бути корисним інструментом для оцінки і прогнозування комфорту тварин.

Одночасна безперервна цілодобова реєстрація температури і відносної вологості в приміщеннях та в зовнішньому середовищі у спекотний літній період дозволила з’ясувати певні особливості щодо формування їх мікроклімату. Використання температурно-вологісного індексу (THI) як для характеристики стану повітряного середовища, так і впливу його на організм тварин було зручним та інформативним. Виявлено не лише відмінності між станом повітряного середовища в середині і зовні приміщень, але й істотну різницю в його формуванні в різних частинах приміщень. Вони були пов’язані із розміщенням корівників відносно сторін світу – тобто інтенсивності прогрівання окремих частин приміщень сонячними променями впродовж світлового періоду доби. Не дивлячись на високу залежність клімату в корівниках від стану зовнішнього середовища, їх конструктивні особливості дозволяють запобігти надмірному перегріванню повітря в період денної спеки з одного боку (створюючи тіньовий захист для тварин), а з іншого – призводять

до затримки нагрітого повітря в приміщеннях, коли в оточуючому середовищі воно охолоджується – тим самим подовжуючи вплив підвищених температур на організм. Виявлені особливості щодо формування стану повітряного середовища вказують на необхідність диференційованого підходу до режиму і тривалості застосування систем охолодження впродовж доби для різних частин приміщення з природною вентиляцією.

Результати дослідження вказують на те, що використання лінійної регресії мало високу точність прогнозування (93–96%) ТНІ в НП різного типу під час літньої спеки. Виявлені відмінності між показниками температури повітря, відносної вологості та величини ТНІ біля приміщень та даними найближчих метеостанцій, свідчить про обережність використання цих даних для прогнозу мікроклімату та реакції тварин на екстремальні погодні умови.

Встановлено, що навіть цілодобове застосування потужних осьових вентиляторів було недостатнім для створення задовільних умов мікроклімату в місці відпочинку тварин (оскільки вони знижували величину температурно-вологісного індексу лише на 0,4–1,0 одиниць та охолоджували поверхню тіла корів на 0,4–0,5 °С). Перевищення комфортного для корів значення (ТНІ>68) більш як 18 годин на добу, вказує на необхідність застосування додаткових технічних рішень (наприклад, дрібнокрапельного зрошення) для нормалізації мікроклімату в корівниках в жаркий літній період.

Пропозиції виробництву

1. Реєстрацію температури та вологості в сучасних неізольованих приміщеннях слід проводити за допомогою дистанційних датчиків, розміщуючи їх у місцях відпочинку тварин, або в інших «проблемних» точках приміщення (для кожного індивідуально виходячи із конструктивних особливостей).

2. Оцінювання стану комфорту корів за екстремальних високих температур повітря при цілорічному безприв'язному утриманні тварин в неізольованих приміщеннях (НП) повинно проводитися шляхом розрахунку температурно-вологісного індексу.

3. Для прогнозування стану комфорту тварин в НП в спекотний період року пропонуємо використовувати запропонований нами принцип побудови регресійних моделей (за одночасної реєстрації параметрів у приміщенні та зовні) або вже наведені рівняння (1–4) для обчислення ТНІ в НП в погодно-кліматичних умовах Степу України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Волощук В. М., Хоценко А. В. Динаміка температури повітря та внутрішніх елементів конструкції корівника каркасного типу за дії факторів зовнішнього середовища. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво*. 2017. Вип. 5(2). С. 37–41.

2. Зоогігієнічна оцінка умов утримання молочного гурту голштинської худоби за параметрами мікроклімату моноблоку корівника в регіоні Придніпров'я / М. П. Високос, Р. В. Милостивий, Н. В. Тюпина,

А. О. Калиниченко. *Науково-технічний бюлетень Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*. 2015. Т. 3, № 4. С. 74–78.

3. Методологічні основи та методи наукових досліджень у ветеринарній гігієні, санітарії та експертизі: навчально-методичний посібник / [Антоненко П. П., Доровських А. В., Високос М. П., Милостивий Р. В., Калиниченко О. О., Василенко Т. О.]. Дніпро: Вид-ць «Свідлер А.Л.», 2018. 276 с.

4. Пугач А. М., Високос М. П., Милостивий Р. В., Тюпіна Н. В., Калиниченко А. О. Пристрій для зволоження та охолодження повітря в тваринницькому приміщенні: патент на корисну модель № 108437, МПК F24F 6/12 (UA); Заявл. 26.02.16. Опубл. 11.07.2016. Бюл. №13.

5. Calamari, L., Calegari, F., & Stefanini, L. (2009). Effect of different free stall surfaces on behavioural, productive and metabolic parameters in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science,* 120(1–2), 9–17. doi:10.1016/j.applanim.2009.05.013

6. Gardner, A.S., Maclean, I.M.D., Gaston, K.J., 2019. Climatic predictors of species distributions neglect biophysiologically meaningful variables. *Divers. Distrib*. doi: 10.1111/ddi.12939.

7. Hempel, S., König, M., Menz, C., Janke, D., Amon, B., Banhazi, T. M., Estellés, F., & Amon, T. (2018). Uncertainty in the measurement of indoor temperature and humidity in naturally ventilated dairy buildings as influenced by measurement technique and data variability. *Biosystems Engineering*, 166, 58–75. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2017.11.004

8. Hempel, S., Menz, C., Pinto, S., Galán, E., Janke, D., Estellés, F., Müschner-Siemens, T., Wang, X., Heinicke, J., Zhang, G., Amon, B., del Prado, A., & Amon, T. (2019). Heat stress risk in European dairy cattle husbandry under different climate change scenarios - uncertainties and potential impacts. *Earth Syst. Dynam. Discuss*. doi:10.5194/esd-2019-15

9. Herbut, P., Angrecka, S., & Walczak, J. (2018). Environmental parameters to assessing of heat stress in dairy cattle–a review. *International Journal of Biometeorology*, 62(12), 2089–2097. doi:10.1007/s00484-018-1629-9

10. Jovović, V., Pandurević, T., Važić, B., & Erbez, M. (2019). Microclimate parameters and ventilation inside the barns in the lowland region of Bosnia and Herzegovina. *Journal of Animal Science of bih*, 1(2). doi:10.7251/jas1502014j

11. Maniatis, S., Chronopoulos, K., Matsoukis, A., & Kamoutsis, A. (2017). Statistical Models in Estimating Air Temperature in a Mountainous Region of Greece. *Current World Environment*, 12(3), 544–549. doi:10.12944/cwe.12.3.07

12. Mondaca, M. D., & Choi, C. Y. (2016). A computational fluid dynamics model of a perforated polyethylene tube ventilation system for dairy operations. *Transactions of the ASABE*, 59(6), 1585–1594. doi:10.13031/trans.59.11909

13. Müschner-Siemens, T., Hoffmann, G., Ammon, C., & Amon, T. (2020). Daily rumination time of lactating dairy cows under heat stress conditions. *Journal of Thermal Biology*, 88, 102484. doi: 10.1016/j.jtherbio.2019.102484

14. Mylostyvyi, R., Vysokos, M. P., Timoshenko, V., Muzyka, A., Vtoryi, V., Vtoryi, S., Chernenko, O., Izhboldina, O., Khmeleva, O., & Hoffmann, G. (2020). Features of the formation and monitoring of the microclimate in non-insulated barns:

unresolved issues. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 8(2), 73-85. https://doi.org/10.32819/2020.82011

15. Mylostyvyi, R.V., Chernenko, O.M., Izhboldina, O.O., Puhach, A.M., Orishchuk, O.S., Khmeleva, O.V. (2019). Ecological substantiation of the normalization of the state of the air environment in the uninsulated barn in the hot period. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(3), 84–91.

16. Pajumägi, A., Poikalainen, V., Veermäe, I., & Praks, J. (2008). Spatial distribution of air temperature as a measure of ventilation efficiency in large uninsulated cowshed. *Building and Environment*, 43(6), 1016–1022. doi:10.1016/j.buildenv.2007.02.015

17. Patbandha, T.K., Sarma, M.P., Pata, B.A., Ravikala, K., Savaliya, B.D. and Kadam, S.J. (2018). Effect of microclimate on body temperature of black and white coloured breeds of goat. *Indian J. Anim. Prod. Mgmt*, 34 (1–2): 80–85

18. Polsky, L., & von Keyserlingk, M. A. G. (2017). Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science*, 100(11), 8645–8657. doi:10.3168/jds.2017-12651

19. Poteko, J., Zähner, M., & Schrade, S. (2019). Effects of housing system, floor type and temperature on ammonia and methane emissions from dairy farming: A meta-analysis. *Biosystems Engineering*, 182, 16–28. doi:10.1016/j.biosystemseng.2019.03.012

20. Sahu, D., Mandal, D., Bhakat, C., Chatterjee, A., Mandal, A., & Mondal, M. (2018). Effects of Roof Ceiling and Sand Flooring on Microclimate of Shed and Physiological Indices of Crossbred Jersey Cows. International Journal of Livestock Research, 8(4), 272-280. http://dx.doi.org/10.5455/ijlr.20171012061118

21. Schüller, L.-K., Burfeind, O., & Heuwieser, W. (2016). Effect of short- and long-term heat stress on the conception risk of dairy cows under natural service and artificial insemination breeding programs. *Journal of Dairy Science*, 99(4), 2996–3002. doi:10.3168/jds.2015-10080

22. Segnalini, M., Bernabucci, U., Vitali, A., Nardone, A., Lacetera, N., 2012. Temperature humidity index scenarios in the Mediterranean basin. *Int. J. Biometeorol*. 57 (3), 451–458. doi: 10.1007/s00484-012-0571-5.

23. Teye, F., Hautala, M., Pastell, M., Praks, J., Veermae, I., Poikalainen, V., Pajumagi, A., Kivinen, T., Ahokas, J. (2007). Microclimate in cowsheds in Finland and Estonia. ISAH-2007 Tartu, Estonia. https://www.isah-soc.org/userfiles/downloads/proceedings/Proc_ISAH_2007_Volume_I/14_Teye.pdf

24. Wang, X., Bjerg, B. S., & Zhang, G. (2018). Design-oriented modelling on cooling performance of the earth-air heat exchanger for livestock housing. *Computers and Electronics in Agriculture*, 152, 51–58. doi: 10.1016/j.compag.2018.07.006

25. Whay, H. R., & Shearer, J. K. (2017). The Impact of Lameness on Welfare of the Dairy Cow. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 33(2), 153–164. doi:10.1016/j.cvfa.2017.02.008

26. Wisnieski, L., Norby, B., Pierce, S.J., Becker, T., Gandy, J.C., Sordillo, L.M., (2019). Cohort-level disease prediction by extrapolation of individual-level predictions in transition dairy cattle. *Prev. Vet. Med*. 169, 104692. doi: 10.1016/j.prevetmed.2019.104692.

27. Wolfenson, D., Flamenbaum, I., & Berman, A. (1988). Dry period heat stress relief effects on prepartum progesterone, calf birth weight, and milk production. *Journal of Dairy Science*, 71(3), 809–818.

28. Yao, Shi, Zhao, & Ding. (2019). Effect of Mixed-Flow Fans with a Newly Shaped Diffuser on Heat Stress of Dairy Cows Based on CFD. *Energies*, 12(22), 4315. doi:10.3390/en12224315

29. Yi, Q., Zhang, G., König, M., Janke, D., Hempel, S., & Amon, T. (2018). Investigation of discharge coefficient for wind-driven naturally ventilated dairy barns. *Energy and Buildings*, 165, 132–140. doi: 10.1016/j.enbuild.2018.01.038

30. Zellweger, F., De Frenne, P., Lenoir, J., Rocchini, D., Coomes, D. (2019). Advances in microclimate ecology arising from remote sensing. *Trends Ecol. Evol*. 34 (4), 327–341. doi: 10.1016/j.tree.2018.12.012.

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОГО ТИПУ АСКАНІЙСЬКОЇ М'ЯСО-ВОВНОВОЇ ПОРОДИ

Микитюк В. В.

Сучасні проблеми вівчарства висувають нагальні питання про необхідність фундаментальних досліджень щодо можливості вдосконалення існуючих та створення нових порід, порідних груп і типів високопродуктивних овець, спроможних конкурувати з іншими галузями тваринництва. Успіх у цій справі визначається вдалою селекцією овець і застосуванням прогресивних ресурсозберігаючих технологій ведення галузі, які забезпечують повне і всебічне використання біологічних можливостей овець для одержання м'яса, вовни, молока та іншої продукції. Це потребує підвищеної уваги до розведення порід з високим біологічним потенціалом продуктивності.

У зв'язку зі зниженням на світовому ринку попиту на вовну та значним підвищенням його на ягнятину, молоду баранину та овечі сири, для відновлення галузі в Україні та формування її конкурентоспроможності виникла необхідність змінити напрям вівчарства з вовнового на м'ясо-вовновий, для чого необхідно мати вітчизняний поліпшуючий генофонд [3].

Вітчизняним ученим належить пріоритет у розробці методичних основ породоутворення сільськогосподарських тварин, а основоположником цього напряму в селекції є видатний діяч зоотехнічної науки академік Михайло Федорович Іванов. Він розробив на основі комбінаційного схрещування класичну методику породоутворення, основна стратегічна мета якої полягає у використанні високого генетичного потенціалу як світового, так і вітчизняного генофонду на підставі повного збереження позитивних якостей місцевих племінних ресурсів [1].

Серед різних напрямів вівчарства високий економічний потенціал мають напівтонкорунні м'ясо-вовнові вівці. Вони, порівняно з вівцями інших напрямів продуктивності, ефективно використовують спожиті ними корми у продукцію, раніше визрівають для господарського використання, відрізняються скоростиглістю, високою м'ясною продуктивністю і є основним джерелом отримання кросбредної вовни [15; 17].

У степовій зоні України перші пошукові дослідження щодо поєднання цигайських і асканійських тонкорунних маток з баранами англійських напівтонкорунних порід було розпочато понад 50 років тому професоркою П. І. Польською під керівництвом академіка Л. К. Гребня в дослідному господарстві «Асканія-Нова» [19]. У результаті встановлено, що для виведення м'ясо-вовнових овець із кросбредною вовною найбільший інтерес у той час викликали імпортовані англійські й аргентинські лінкольни. Результатом цієї роботи стало створення масиву інтенсивних типів овець – асканійських кросбредів [16].

Створення масиву кросбредних овець у Дніпропетровській області було започатковано Василем Тихоновичем Шуваєвим – знаним вченим і чудовим педагогом, професором. Основну селекційну роботу зі створення масиву м'ясо-

вовнових кросбредних овець проводили в колгоспі «Вперед» Новомосковського району та племзаводі «Руно» Криничанського району.

Селекційно-племінну роботу в колгоспі «Вперед», за повідомленням професора В. Т. Шуваєва здійснювали в три етапи [20].

На першому етапі (1980–1983 рр.) від різних варіантів міжпорідного схрещування отримали помісі І покоління, які суттєво різнилися поміж собою будовою вовнового покриву. Поряд з бажаною тониною волокон (58–50 якості) серед помісей одного й того ж порідного поєднання траплялися вівці як з тонкою вовною (64–60 якості), так і з досить грубою (48 якості та нижче). Суттєво розрізнялися помісні тварини і за довжиною вовни – від 8 до 20 см.

Від баранів порід лінкольн, російської довгововнової, які мали вовну довжиною 18–25 см та тониною 46–48 якості, отримано на 20–24% овець бажаного типу більше, ніж від баранів порід ромні-марш, гірський коріdель та інших, які мали вовну довжиною 12–15 см, тониною 50–58 якості. Спостерігались також великі розбіжності й за іншими властивостями вовни. Але в цілому за вовновою продуктивністю всі кросбредні помісі значно перевищували тонкорунних одноліткив, маючи настриг вовни 4,5 кг проти 3,4 кг.

Другий етап (1983–1986 рр.) був спрямований на отримання максимальної кількості овець бажаного типу, тому всіх помісних маток першого і частково другого поколінь, незалежно від походження та якості вовнового покриву, схрещували з баранами породи новозеландський коріdель.

Одержані від різних комбінацій схрещування трипорідні помісі з умовною часткою спадковості 50% за новозеландським коріделем, виявилися в переважній кількості овець подібними між собою за більшістю селекційних ознак вовнової та м’ясної продуктивності. Так, трипорідні ярки всіх варіантів схрещування в річному віці мали живу масу 38–40 кг, настриг митої вовни 2,49–2,73 кг, довжину волокон – 13,9–15,1 см, товщину вовни переважно 58–56 якості.

Селекційна робота на третьому етапі (1986–1990 рр.) полягала у створенні однотипного стада м’ясо-вовнових овець шляхом розведення помісних тварин бажаного типу «в собі» незалежно від походження. Подальша селекція з використанням спрямованого добору та підбору забезпечила закріплення в овець добре розвинених селекційних ознак. Бажаного типу ягнята народжувалися міцними, добре розвиненими, інтенсивно росли та при відлученні від матерів мали живу масу 26–28 кг, за загальної збереженості 93–95%. Ярки-річняки характеризувалися живою масою 38–42 кг, довжиною вовни 13–14 см, товщиною волокон – 26–28 мкм за коефіцієнта мінливості 18–24%. Настриг митої вовни в ярок становив 2,4–2,6 кг, за виходу митого волокна 58–61%. За комплексом ознак майже всі вівці стада відповідали вимогам бажаного типу. Все це дозволило в 1990 році масив овець атестувати та затвердити як український тип радянської м’ясо-вовнової породи, де в подальшому вся селекційна робота в стаді була спрямована на покращення племінних та продуктивних якостей овець у типі коріdель.

При створенні масиву овець з кросбредною вовною в племзаводі «Руно» брали участь в основному вівці двох порід: новозеландський коріdель та асканійська тонкорунна та частково асканійський кросбред [7].

Про продуктивність та стан ознак, за якими селекціонують новостворені популяції овець, можна судити за даними бонітування на момент затвердження репродуктора, який в 1996 році було атестовано як племінний завод з розведення м'ясо-вовнових овець у типі коріdель [9; 12].

Жива маса в усіх статевовікових групах, як чистопорідних новозеландських коріделів, так і їхніх помісей добра, у цілому відповідала цільовому стандарту овець для порід даного напряму продуктивності (*табл. 1*).

Таблиця 1

Жива маса овець, кг

Статевовікова група	Кількість голів	Класність		
		еліта	I	II
Новозеландські коріделі				
Барани основні	36	81,2	–	–
Барани ремонтні	200	56,1	–	–
Барани для продажу	376	50,2	48,2	43,4
Вівцематки	1743	55,5	50,4	48,3
Переярки	406	50,2	47,1	–
Ярки	837	38,6	35,4	33,1
Помісні				
Барани для продажу	1469	51,8	46,3	43,8
Вівцематки	5010	55,3	51,6	49,1
Переярки	1231	52,2	47,5	42,4
Ярки	2042	40,1	37,7	34,3

Основні барани-плідники та ремонтні мали живу масу, яка відповідала вимогам класу еліта. Вівцематки в цілому також у більшості своїй мали високі показники. У той же час відносно невисока жива маса ярок була обумовлена, на наш погляд, недостатньою увагою до вирощування ремонтного молодняку, що не сприяло повною мірою реалізації спадкових задатків даної ознаки в цієї групи тварин.

Порівняльний аналіз настригів вовни в оригіналі та в чистому волокні показав, що коріделі за цим показником значно переважають помісних овець, але якщо в ярок перевага складала всього 4,3%, то серед інших статевовікових груп вона була значно вища – від 14,7 до 20,0 % (*табл. 2*).

Таблиця 2

Вовнова продуктивність овець

Статевовікова група	n	Настриг вовни, кг		Вихід митого волокна, %	Коефіцієнт вовновості, г/кг
		немитої	митої		
Новозеландські коріделі					
Барани основні	36	8,6	5,6	64,9	68,9
Барани ремонтні	200	7,0	4,3	50,4	76,6
Барани для продажу	376	6,7	3,9	58,8	77,6
Вівцематки	1743	5,5	3,3	59,8	59,5

Переярки	406	4,8	3,0	57,6	60,0
Ярки	837	4,2	2,4	56,3	62,2
Помісні					
Барани для продажу	1469	6,5	3,4	52,6	65,6
Вівцематки	5010	5,8	2,8	49,2	50,0
Переярки	1231	4,9	2,5	50,6	47,9
Ярки	2042	4,4	2,3	51,4	57,4

Така різниця пояснюється більшим виходом у рунах коріделів митого волокна (56,3–64,9%) порівняно з помісними тваринами (49,0–52,6%). Завдяки цьому коефіцієнт вовновості в коріделів виявився високим, характерним для овець м'ясо-вовнового напряму продуктивності і складав від 59,5 г/кг у вівцематок до 77,6 г/кг у баранів-плідників.

Довжина вовни – одна із важливих ознак, від якої суттєво залежить рівень вовнової продуктивності овець, тип вовнового покриву та будова руна. Чим довша вовна, тим за інших рівних умов буде вищим настриг. За даними І. А. Помітуна [18], зі збільшенням довжини вовни на 1 см, за інших рівних умов настриг вовни в овець зростає на 14–15%. Як видно з даних, наведених у табл. 3, довжина вовни в овець племзаводу значно коливалася та залежала від статі, віку та порідності.

У цілому висота штапелю в коріделів місцевої генерації відповідала вимогам, які висувають до кросбредної І класу. Добру довжину вовни мають також і помісні вівці, навіть вівцематки, серед яких більше 20,0% тварин мають вовну довшу за 11 см. У групах помісних баранів та ярок не було виявлено тварин з довжиною вовни коротше 8 см. Уся вовна в них тонких сортиментів, камвольна, з яскраво вираженою звивистістю та товщиною волокон типу стронг (*табл. 3*).

У племзаводі «Руно» всі основні барани-плідники породи новозеландський коріделі мали бажану тонину вовни 58 якості та грубіше. Проте, серед них 22,1% мали тонину 58 та 58/56 якості. У групі ремонтного молодняку 12,5% баранців виявилися з тониною вовни 58/60 якості. Зважаючи, на те, що після першого стриження вовни, вона в них на 1,5–2 мкм грубішає, то в подальшому буде мати товщину 26–27 мкм, тобто повністю 58 якості і тим самим відповідатиме мінімальним вимогам порідного стандарту.

Ураховуючи, що в новозеландських коріделів товщина вовнових волокон суттєво наближується до тонкої, серед помісних овець, особливо з низькою часткою спадковості коріделів, трапляється мало тварин з тониною вовни 50 та 56 якості. У той же час значна частина помісних овець має тонину вовни 60–60/58 якості, а це в розрізі статевовікових груп понад 30%, тому при подальшому поглинальному схрещуванні є можливість одержувати більшу кількість овець з кросбредною вовною бажаного сортименту.

Таблиця 3

Розподіл овець за довжиною вовни, %

Статевовікові групи	Кількість голів	Довжина, см											Середня довжина, см
		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18 і більше	
Новозеландські коріделі													
Барани-плідники	36				19,4	13,9	44,6	22,1					12,7
Барани ремонтні	200							0,5	12,5	31,5	48,5	7,0	16,3
Барани для продажу	376					0,7	6,4	17,8	23,4	31,9	20,3	9,5	16,8
Матки	1743		6,8	17,0	22,6	26,7	14,3	6,9	3,1	2,6			11,5
Переярки	406		3,4	16,0	21,4	31,3	14,8	7,4	5,2				11,8
Ярки	837				3,6	5,5	9,3	18,4	27,4	20,1	13,5	6,2	15,0
Помісні													
Барани для продажу	1469		2,0	6,8	17,8	20,8	22,5	16,0	10,5	1,6	0,8	0,8	12,9
Матки	5010	16,5	21,7	26,6	15,2	9,5	4,8	3,7	1,8	0,2			10,2
Переярки	1231	1,4	8,7	18,8	31,7	24,5	9,6	5,3					11,2
Ярки	2042		2,2	13,0	14,6	17,8	20,5	15,4	9,4	4,1	2,9	0,1	12,6

Позитивним моментом у селекції овець нової популяції є те, що практично в усіх статевовікових групах, за виключенням маток І класу, дуже мало трапляється тварин зі слабкою звивісттю вовни і більшість з них характеризуються достатньою кількістю жиропоту, який переважно білого та світло-кремового кольору.

Племінна цінність будь-якого стада овець визначається за його класним складом. Переважаюча кількість у стаді елітних овець дає широкі можливості селекціонеру шляхом застосування найбільш доцільних методів добору і підбору швидко покращувати стадо в бажаному напрямку (*табл. 4*).

Таблиця 4

Класний склад овець різних статевовікових груп

Статевовікові групи	Кількість голів	Класність		
		еліта	I	II
Новозеландські коріделі				
Барани основні	36	36		
Барани ремонтні	200	200		
Барани на продаж	376	265	94	17
Вівцематки	1743	1103	530	110
Переярки	406	400	6	
Ярки	837	550	234	53
Усього	3598	2554	864	180
Помісні				
Барани продаж	1469	955	329	185
Вівцематки	5010	2764	2032	214
Переярки	1231	1152	52	27
Ярки	2042	1123	424	495
Усього	9752	5994	2836	921
Разом	13350	8548	3701	1101

Популяція новозеландських коріделів племзаводу «Руно» більшою частиною представлена висококласними тваринами.

Дані, які наведено в *табл. 4*, вказують, що всі основні та ремонтні барани є елітними, а серед баранів, які призначені для продажу – 70% клас еліта і лише 4,5% II класу. У групі вівцематок 63,3% віднесено до елітного класу, 30,4% – I та 6,3% до II класу. Добру класність мають і ярки, серед яких 65,7% віднесено до елітного класу, 28% до I та 6,3% до II класу. Достатньо високою класністю характеризуються і помісні вівці усіх статевовікових груп.

Особливості відтворення стада імпортованого поголів'я овець

У системі виробництва продукції вівчарства технологія забезпечує реалізацію спадкових задатків продуктивності тварин та організаційну впорядкованість і практичну доцільність виробничого процесу на основі біологічних особливостей овець і природо-економічних умов конкретного регіону.

Відтворення стада є дуже важливою складовою технології виробництва продукції овець, оскільки з ним ув'язано все інше в загальній технологічній системі. Визначальним фактором інтенсифікації вівчарства є саме ефективна

організація відтворення стада, яка дає можливість повною мірою реалізувати генетичний потенціал продуктивності овець і забезпечує рентабельне ведення галузі.

Здатність до розмноження є однією з невід'ємних властивостей кожного живого організму. Як і фізіологічні процеси, репродуктивна діяльність здійснюється у тісному взаємозв'язку з іншими функціями організму і може змінюватися за впливу факторів зовнішнього середовища. Тому стан репродуктивної функції має суттєве значення у загальній оцінці адаптаційних можливостей імпортованих тварин при дії на їх організм нових паратипових чинників.

За сучасних підходів до оцінки адаптаційних властивостей завезених генотипів велику увагу необхідно приділяти статевій здатності та репродуктивним якостям баранів-плідників і відтворювальним якостям вівцематок через те, що ця система першою реагує на невідповідність біологічних можливостей організму тварин новим умовам середовища.

Відтворювальні функції імпортних генотипів овець вивчали за фізіологічними показниками та запліднюючою здатністю сперми баранів-плідників і плодючості маток за наступними показниками: визначення найбільш оптимальних строків осіменіння та окоту вівцематок, запліднюваність, кількість живих, мертвонароджених і абортованих ягнят, збереженість та діловий вихід молодняку до відлучення від маток у 4-місячному віці. Для визначення найбільш оптимальних строків осіменіння та окоту маток, парування проводили в липні, серпні та вересні. Для забезпечення точності походження піддослідного молодняку застосовували ручне парування та штучне осіменіння.

Результати, які наведено в *табл. 5*, вказують, що період господарського використання вівцематок породи новозеландський коридель імпортної селекції у відтворювальному процесі в середньому склав 9 років.

Таблиця 5

Відтворювальні якості маток завезеної популяції

Показник	Вік, років							
	2	3	4	5	6	7	8	9
Спаровано маток, гол.	562	493	415	321	209	107	42	21
Окотилося маток, гол.	520	464	392	274	198	96	37	18
Народилося ягнят, гол.	582	576	496	328	269	124	44	22
Запліднюваність, %	92,5	94,1	94,4	85,3	94,7	91,6	88,1	85,7
Залишилося ялових, %	7,5	5,9	5,6	14,7	5,3	8,4	11,9	14,3
Плодючість:								
при народженні, %	111,9	124,1	127,1	119,7	133,2	126,5	118,9	122,2
при відлученні, %	103,2	106,8	109,6	98,2	118,5	110,1	112,4	108,3
Збереженість, %	92,2	86,1	86,7	82,0	89,0	87,0	94,5	88,6

Запліднююча здатність завезених маток у різні роки була неоднаковою, але мала чітку тенденцію зростати до п'ятого ягніння від 92,5% за першим ягнінням до 94,7%, з подальшим незначним зниженням. Найнижчий відсоток

запліднюваності (85,3%), який було зафіксовано у маток 5-річного віку по четвертому ягнінню, ми пов'язуємо з дуже несприятливими екологічними умовами, які передували парувальному сезону. Це дуже спекотне, посушливе літо, як наслідок – відсутність пасовищ із зеленим травостоєм, що і обумовило низьку статеву активність та запліднюваність маток. Адже загальновідомо, що згодовування соковитих кормів стимулює функцію яєчників і сприяє збільшенню кількості визріваючих в період охоти фолікулів.

Нами проведено також вивчення впливу віку на плодючість вівцематок протягом періоду їх використання в нових еколого-кліматичних умовах [10].

Аналіз результатів досліджень показав, що вівцематкам завезеної популяції протягом усього періоду розведення була притаманна достатньо висока плодючість. Із розрахунку на кожні 100 маток, які ягнилися. вже за третім ягнінням багатоплідність вівцематок становила 126,5 ягнят і найвищою була в 6-річному віці за п'ятим ягнінням – 135,9%. Слід також зазначити, що в 9-річному віці із 21 матки імпортної селекції ягнилися 18 голів, у тому числі 4 – двійнями. Слід також відмітити, що коефіцієнт репродукції маток визначений з урахуванням усіх живих і мертвонароджених ягнят за всі роки становив 1,236.

Відмінності, які було виявлено за показниками яловості у коріделъських маток, тісно пов'язані з віковими особливостями функціональної діяльності статевих органів самок і впливом паратипових факторів.

Аналіз даних вказує на чітку тенденцію зменшення кількості ялових маток у віковому аспекті до 6-річного віку з 7,5% до 5,3% і різкому зростанню цього показника з 7-річного віку, коли він підвищується з 8,4% до 14,3% у 9-річному віці. Щодо занадто високого відсотку ялових маток у віці 5 років – 14,6%, то це було обумовлено вкрай несприятливим, як у кліматичному, так і в кормовому відношенні періодом під час парувального сезону. Слід також відмітити, що у перші роки розведення випас вівцематок на пасовищах з багаторічних трав і пожнивних залишках після збирання зернових культур, сприяв до швидкого нагулу овець та ожиріння статевих органів самок. В результаті пригнічувалося нормальне функціонування яєчників, яке призводило до слабкого виділення і дозрівання яйцеклітин та навіть розсмоктування зигот, що і сприяло збільшенню кількості ялових маток. Це, на нашу думку, вказує на те, наскільки негативно на відтворювальні функції при акліматизації овець, завезених в нові природо-кліматичні умови, впливає клімат і, як виважено потрібно підходити до забезпечення тварин кормовими засобами. Необхідно також у цей період враховувати і вплив стресових факторів, які також призводять до загибелі та розсмоктування зигот і навіть ембріонів 4-тижневого віку.

Найбільш визначальним періодом в онтогенезі тварини є ембріогенез, тобто період найвищої активності генів, коли забезпечується фундаментальне закладання і розвиток основних функціональних систем.

Нами вивчалася тривалість ембріонального розвитку ягнят в залежності від маси тіла маток, статті та кількості новонароджених ягнят. В основу розподілу маток за живою масою, згідно теорії стабілізуючого відбору було покладено модальний принцип з класовим проміжком 0,67δ. На основі

розрахунків уся популяція вівцематок завезеної інтродукції була розподілена на три групи.

До І групи були віднесені тварини, які мали живу масу на рівні середнього показника по стаду х±0,67δ, тобто відповідали модальному класу (М°). До ІІ групи були віднесені матки жива маса у яких була х–0,67δ (М–) і до ІІІ групи – жива маса в межах х+0,67δ (М+).

Дані, наведені в *табл. 6*, свідчать, що найбільш висока тривалість ембріогенезу ягнят притаманна маткам ІІ групи (–) варіанта модального класу, у ярочок одинаків – 150,2 діб у баранців – 150,3 доби, а за двійнями – 148,7 діб у ярок і 149,1 діб у баранців. Найкоротший період ембріогенезу в одинаків було відмічено за ІІІ групою, до якої ввійшли матки (+) модального класу розподілу, в ярок він становив 147,9 діб, а в баранців – 148,2 доби. Двійневі ягнята виношувалися найбільш короткий період матками І групи, які відповідали модальному класу розподілу – 146,4 доби. Але слід відмітити, що тривалість ембріогенезу ягнят у маток І і ІІІ груп була практично однакова і різниця між ними була невірогідною (Р<0,95). Досить суттєвою вона є поміж цими групами порівняно з ІІ групою, коли різниця за тривалістю ембріогенезу за ярочками одинаками склала 2,1–2,3 доби і баранцями – 2–2,1 доби, а у двієнь – відповідно 2,2–2,3 і 2,5–2,7 діб (Р>0,999).

Таблиця 6

Тривалість ембріогенезу ягнят, діб (M±m, n=50)

Група маток	Ярочки		Баранці	
	одинаки	двійні	одинаки	двійні
I	148,1±0,41	146,4±0,34	148,3±0,22	146,4±0,62
II	150,2±0,35***	148,7±0,51***	150,3±0,18**	149,1±0,71**
III	147,9±0,17	146,5±0,26	148,2±0,31	146,6±0,29

Примітка: * P > 0,95; ** P > 0,99; *** P > 0,999.

Встановлено також, що одинаки виношуються довше за двієнь незалежно від живої маси маток, у І групи на 1,7–1,9 діб, ІІ – 1,5–1,2 і ІІІ – 1,4–1,6 діб за високо вірогідної різниці (Р>0,999).

В цілому слід зазначити, що тривалість ембріонального розвитку ягнят більшою мірою залежить від статі новонароджених ягнят і меншою мірою – від живої маси маток. Аналізуючи мінливість тривалості ембріонального періоду ряду порід овець, нами було встановлено відносно меншу тривалість ембріогенезу в новозеландських коріделів від середнього значення для виду Ovis. Встановлена закономірність вказує на певний конституційний тип досліджуваної популяції овець, як таких, що є скоростиглими. Тому тривалість ембріогенезу можна розглядати як критерій оцінки особин за їхнім спадково зумовленим типом метаболізму не тільки для характеристики конституційного типу генотипів, а і вдалого проходження адаптаційного процесу в змінних умовах.

Дуже важливим показником відтворення стада в процесі акліматизації тварин є збереженість дорослого поголів'я і молодняку. Вона залежить як від об'єктивних, так і суб'єктивних чинників.

Життєздатність, як об’єктивний показник адаптивних якостей овець до нових умов розведення, характеризують дані відходу маток та падіжу ягнят за увесь період спостережень. Так, якщо взяти до уваги найбільш продуктивний період використання овець протягом шести років, то відхід маток коливався в межах 10–12% за рік. Основними причинами вибуття були в зимово-весняний період післяродові ускладнення, а в літньо-осінній – захворювання органів дихання та хвороби шлунково-кишкового тракту.

Відхід молодняку від народження до відлучення в основному відбувався в перший місяць життя (до 70%) та в перехідний період із зимово-стійлового на літньо-пасовищне утримання. Збереженість ягнят до відлучення була в межах 82,1–92,2%. Основною причиною загибелі новонароджених ягнят, а це у першу чергу були ягнята з низькою живою масою, ми вбачаємо недостатнє живлення їх в ембріональний період, особливо у останній період кітності вівцематок.

Відомо, що суттєвими причинами раннього вибуття ягнят є холод, відсутність у овець материнського інстинкту, недостатня кількість у маток молока і загальна слабкість ягнят. Відхід ягнят в залежності від їх живої маси при народженні мав криволінійний характер. Серед ягнят-одинаків найбільш висока життєздатність відмічена у особин із живою масою при народженні від 4,1 до 5,5 кг. При зменшенні або збільшенні живої маси від середнього показника відхід збільшувався, але більш інтенсивно він відбувався при зменшенні живої маси новонароджених ягнят. У ягнят-двієнь найбільш оптимальна жива маса при народженні була в межах 3,5–4,5 кг. В середньому серед баранців-одинаків відхід був більший на 5–6%, ніж серед ярок. Поміж ягнятами-двійнями, залежно від статі, суттєвих відмінностей за життєздатністю не відмічено, хоча і спостерігалася тенденція до її підвищення у ярок усіх вагових категорій. Слід зазначити, що відхід ягнят в досліджувані роки був характерним для всіх генерацій даної популяції овець.

Життєздатність новонароджених ягнят багато у чому залежить також від їх активності, часу вставання на ноги після народження і першого ссання вимені матері. За нашими спостереженнями ягнята-одинаки встають на ноги через 19–20 хвилин, а ягнята-двійні – через 21–22 хвилини. Тривалість цього періоду обумовлена загальним розвитком новонароджених ягнят.

Суттєвою причиною, що призводила до загибелі ягнят, було виникнення пілобезоарної хвороби, яка розвивалася внаслідок нестачі в раціонах маток і ягнят мікроелементів (кобальту, цинку, марганцю, міді, йоду). Різкий перехід від кормів зимового раціону до пасовищного призводив до розладу шлунково-кишкового тракту та порушення обміну речовин, в результаті чого також гинули ягнята.

У післявідлучний період основною причиною загибелі молодняку було виникання різноманітних легеневих захворювань. При цьому, встановлена висока залежність даного показника від різких перепадів температури атмосферного повітря.

Практика розведення овець різних порід свідчить про те, що багатоплідність їх є спадково обумовленою ознакою. Дослідження відтворювальних функцій вівцематок породи новозеландський коридель у

розрізі різних генетико-екологічних генерацій показали, що плідність маток досить висока і за усі роки спостережень становила більше 100% (*табл. 7*).

Таблиця 7

Плодючість вівцематок різного еко-генетичного походження за першим ягнінням, %

Генерація	n	Плодючість	Ягнилося		Кількість ялових	Вихід ягнят
			одинаками	двійнями		
I	368	109,6	90,4	9,6	6,5	103,4
II	323	123,7	76,3	23,7	3,1	117,8
III	307	119,8	80,2	19,8	4,1	115,3
IV	241	110,4	89,6	10,4	9,8	98,5
V	226	111,2	88,8	11,2	6,4	107,2

Найбільш високий показник плодючості був у маток другої та третьої генерацій, відповідно 123,7% і 119,8%. Різниця порівняно з завезеними матками становила 11,8–7,9%. Найнижча плодючість відмічена у маток першої генерації – 109,6%, що на 2,3 абсолютних відсотка менше, ніж у завезених маток. Це, на наш погляд, пояснюється функціональною перебудовою у маток першої генетико-екологічної генерації, органів і систем, які задіяні у відтворювальному процесі.

Життєздатність ягнят до відлучення від маток є важливим критерієм оцінки пристосувальних якостей овець розміщених у нових природо-екологічних умовах. Аналізуючи дані, наведені в табл. 3, за діловим виходом ягнят на 100 маток, які ягнилися перший раз, встановлено, що найвищим цей показник був у маток другої генетико-екологічної генерації – 117,8%, а найнижчий – 98,5% – виявився у маток четвертої генетико-екологічної генерації, в той час як у завезених він склав 103,2%. Але, якщо відносно невисокий показник у завезених вівцематок ми можемо пояснити початковим етапом адаптації до нових умов середовища, то у маток четвертої генетико-екологічної генерації – низькою вгодованістю овець, обумовлену несприятливим у кормовому відношенні періодом, а також проведенням осіменіння у неоптимальні строки.

Під час організації відтворювального процесу у вівчарстві особливу увагу приділяють баранам-плідникам, які є візитною карткою усього стада. І це цілком справедливо, адже від них на 80% залежить якість приплоду та рівень стану здоров'я майбутнього поголів'я. Разом із тим на плідність маток суттєво впливає не тільки загальний стан баранів-плідників, а й якість продукованої ними сперми та її запліднювальна здатність.

У баранів усіх порід сперматогенез і секреція чоловічого статевого гормону здійснюється безперервно. Однак практичні спостереження та чисельних досліджень показують, що зміна кліматичних умов призводять до ослаблення статевої активності й статевих рефлексів на фоні зниження гормональної функції статевих органів і гіпофіза, як наслідок погіршення якості сперми у плідників. Подібна залежність найбільш чітко проявляється при переміщенні тварин у нові природно-кліматичні умови.

За сучасних підходів щодо оцінки акліматизаційної здатності завезених генотипів велику увагу необхідно приділяти статевій функції баранів-плідників

через те, що ця система першою реагує на невідповідність біологічних можливостей організму тварин до зміни умов середовища [8].

Аналіз продуктивних якостей баранів-плідників, які використовувалися у парувальному процесі на першому етапі розведення, показав, що всі вони знаходилися у заводській кондиції і за своїм розвитком відповідали вимогам класу еліта (*табл. 8*).

Таблиця 8

Характеристика баранів-плідників

Індивідуальний №	Жива маса, кг	Настриг вовни, кг		Довжина вовни, см	Товщина вовни	Клас
		немитої	митої			
04785	70	8,5	5,0	17	56	еліта
01154	81	7,5	4,4	15	56	еліта
04205	73	8,2	4,8	17	56	еліта
04887	62	7,2	4,2	16	56	еліта
01923	70	8,7	5,1	14	50	еліта
01108	60	8,2	4,8	15	50	еліта
04556	73	9,3	5,2	18	50	еліта
01152	64	9,0	5,3	18	50	еліта
01783	69	8,1	4,9	16	56	еліта
01428	73	10,6	6,0	17	56	еліта

Наші спостереження показали, що найвищою статевою активністю відзначалися барани № 04785, № 01154, № 04205, які мали живу масу 70 кг, 81 кг і 73 кг, або 74,7 кг в середньому по трьом баранам. Саме вони запліднили найбільшу кількість маток за період парувального сезону – 79, 78 і 78 голів відповідно. Необхідно відмітити, що умовну другу групу за кількістю запліднених маток склали барани, жива маса яких становила в середньому 64 кг, а окремо по кожному 60, 62 і 70 кг – № 01108, № 04887, № 01923.

В той же час у решти баранів, яких ми віднесли до третьої групи (№ 04556, № 01152, № 01783 і № 01428), жива маса коливалася від 64 до 74 кг (середня жива маса – 69,8 кг), але кількість запліднених ними маток була значно менша і становила відповідно 44, 38, 43 і 29 голів (*табл. 9)*.

Таблиця 9

Відтворювальні якості баранів завезеної інтродукції

Індивід. №	Кількість покритих маток	Об'ягнилося, гол	Отримано ягнят, гол	Заплідненість, %	Плодючість, %
04785	79	72	75	91,1	104,2
01154	78	74	88	94,9	118,9
04205	78	76	92	97,4	121,1
04887	64	59	66	92,2	111,9
01923	53	48	52	90,6	108,3
01108	56	53	59	94,6	111,3
04556	44	38	39	86,4	102,6
01152	38	35	41	92,1	117,1
01783	43	38	41	88,4	107,9
01428	29	27	29	93,1	107,4

Дані за настригом вовни показали, наскільки серйозно відбивається на подальшій вовновій продуктивності збільшення навантаження на плідників у період парувального сезону. Так, барани, які покрили найменшу кількість маток, мали підвищені настриги немитої та чистої вовни, відповідно 9,1 кг і 5,4 кг. Різниця у порівнянні з двома попередніми групами склала 0,9-1 кг за настригом немитої вовни та 0,7 кг чистої вовни.

Вивчення показників репродуктивної функції у коріделських баранів завезеної інтродукції показало, що найвищий відсоток запліднених маток був у барана № 04205 – 97,4%, який відзначався і високою статевою активністю, коли ним було покрито 78 маток за сезон. Слід також відмітити, що матки, запліднені цим бараном, мали найвищу плодовитість – 121,1%. Найнижчий відсоток запліднених маток був у барана № 04556 – 86,4%, і ці матки відрізнялися і низькою плодючістю – 102,6%.

Порівнюючи баранів за запліднювальною здатністю і плодючістю покритих ними маток, можна було спостерігати, що не завжди ці два показники знаходяться у прямій залежності. Але у більшості випадків, як правило вищий відсоток запліднюваності є запорукою кращої плодючості маток.

Самим надійним критерієм біологічної повноцінності сперми, безумовно, є результат осіменіння. Дані фізіологічних показників сперми, які вивчалися напередодні парувального сезону, вказують, що всі барани-плідники породи новозеландський коріделі характеризуються достатньо високою якістю сперми і відмінності, які ми спостерігали за концентрацією, резистентністю та живучістю спермій, досить суб'єктивні через трудомісткість їх визначення. А ось об'єм еякулята, його густина та активність спермій показали, що кращі показники були виявлені у баранів № 04205, № 01154, № 01152. Це знайшло своє відображення і у підвищеній плодючості запліднених ними маток за рахунок народження більшої кількості ягнят-двієнь.

Аналіз показників репродуктивної функції баранів-плідників на першому етапі використання у нових еколого-технологічних умовах дав нам змогу виявити, яким чином їх загальний стан та показники продуктивності впливають на відтворювальний процес і визначити найбільш перспективних плідників.

Оптимізація чисельності поголів'я вівцематок селекційного ядра та оцінка ефективності його формування

Як відомо, за будь-якого схрещування великий інтерес являє собою ступінь прояву в помісей з різною часткою спадковості вихідних порід, розвитку бажаних ознак та встановлення особливостей і закономірності їх формування [14].

Результати схрещування асканійських тонкорунних і помісних маток з баранами породи новозеландський коріделі при створенні масиву кросбредних м'ясо-вовнових овець типу коріделі в ДПДГ «Руно» представлено в *табл. 10*.

Наведені дані свідчать, що за живою масою всі групи помісних ярок, незалежно від спадковості, відповідають вимогам класу еліта. Важливо відзначити, що помісні ярки з пониженою часткою спадковості за новозеландськими коріделями мають більш високу живу масу, а з підвищеною

– нижчу. У цілому ярки нового типу мають добру живу масу, яка властива тваринам м’ясо-вовнового напряму продуктивності.

Таблиця 10

Продуктивність помісних ярок селекційної групи, (M ± m)

Порідність за новозеландським коріделем	Кількість голів	Жива маса, кг	Довжина вовни, см	Настриг митої вовни, кг
1/2-кровні	156	48,1 ± 0,74*	10,3 ± 0,16***	2,6 ± 0,16
1/2 у собі	48	46,0 ± 0,96	10,1 ± 0,25**	2,5 ± 0,22
1/8-кровні	56	45,3 ± 0,99	9,2 ± 0,19	2,2 ± 0,17
1/4-кровні	119	45,6 ± 0,55	9,5 ± 0,12	2,3 ± 0,09
3/4-кровні	148	46,4 ±1,16	14,4 ± 0,33***	3,0 ± 0,11***
3/8-кровні	65	47,5 ± 1,20	12,8 ± 0,25***	2,7 ± 0,31
5/8-кровні	69	46,4 ± 0,88	14,2 ± 0,18***	2,9 ± 0,24*
7/8-кровні	135	46,7 ± 1,12	14,9 ± 0,36***	3,2 ± 0,38*
новий тип	103	48,5 ± 0,73*	14,6 ± 0,17***	2,9 ± 0,26*

Примітка: * P > 0,95; ** P > 0,99; *** P > 0,999.

Високі настриги митої вовни притаманні всім досліджуваним групам помісних ярок, але особливо виділялися 7/8-кровні, які за цим показником переважали своїх ровесників з різною часткою спадковості новозеландських коріделів від 1,9 до 46,5%, але достовірною ця різниця була лише порівняно з 1/8- і 1/4-кровними ярками (P>0,999).

За довжиною вовни між групами помісних ярок спостерігаються значні розбіжності залежно від генотипу: чим вища умовна кровність у помісей за коріделями, тим довшу вовну вони мали та навпаки.

Так, у напівкровних ярок довжина вовни в середньому становила 10,3 см, а в 1/8-кровних за коріделями – 9,2 см, 1/4-кровні – 9,5 см, у той час як у 3/4-кровних – 14,4 см, а в 7/8-кровних – 14,9 см. У чистопорідних ярок нового бажаного типу середня довжина вовни становила 14,6 см, що на 2 см, або 18 %, вище вимог класу еліта.

Про мінливість показників довжини вовни в помісних ярок можна судити за даними, що наведено в *табл. 11*. Так, у помісних ярок першого покоління довжина вовни варіює від 7 до 15 см, але більша кількість тварин – 26,3 і 14,7% – мала довжину вовни від 10 та 11 см; у 1/4- та 1/8-кровних розбіжність класів ще достатньо значна, особливо з пониженою довжиною вовни. Помісні ярки з підвищеною часткою спадковості за новозеландськими коріделями характеризуються довшою вовною, меншою мірою мінливості, за середньої довжини 14–15 см, частка якої у 5/8-кровних складає 23,2%, а у 7/8-кровних ярок 29,6 %.

Таблиця 11

Розподіл помісних ярок за довжиною вовни, %

Група	n	Довжина вовни, см												В середньому
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1/2 – кровні	156	4,5	13,5	15,4	26,3	14,7	9,6	6,4	5,1	4,5				10,3
1/2 у собі	48	2,1	10,4	18,7	27,1	20,8	12,5	4,2	2,1		2,1			10,1
1/8 – кровні	56	7,1	30,4	33,9	12,5	5,4	7,1	1,8	1,8					9,2
1/4 – кровні	119	1,7	17,6	36,1	22,7	9,2	6,7	3,4	1,7	0,9				9,5
3/4 – кровні	148				4,1	6,1	10,8	14,2	20,9	18,2	12,2	9,5	4,0	14,4
3/8 – кровні	65			4,5	7,5	16,4	26,9	14,9	13,4	11,9	4,5			12,8
5/8 – кровні	69					8,7	15,9	17,4	23,2	18,9	10,1	5,8		14,2
7/8 – кровні	135						5,2	12,6	20,7	29,6	17,8	11,9	2,2	14,9
новий тип	103					1,9	4,9	16,5	20,4	26,2	17,5	9,7	2,9	14,6

Така мінливість довжини вовни значно впливає на товщину вовнових волокон, про що свідчить розподіл помісних ярок за якістю вовни (*табл. 12*).

Таблиця 12

Розподіл помісних ярок за тониною вовни, %

Група ярок	Якість вовни									
	n	70	64	60/64	60	58/60	58	58/56	56	50
1/2 – кровні	156	1,9	18,6	12,2	19,9	15,4	17,3	9,6	5,1	
1/2 у собі	48		12,5	6,2	22,8	4,1	29,5	10,4	14,5	
1/8– кровні	56	3,6	21,4	26,8	33,9	7,2	7,1			
1/4 – кровні	119		18,5	15,1	39,5	5,0	12,6	3,4	5,9	
3/4 – кровні	148		8,2	5,1	20,3	25,3	26,6	8,8	11,4	2,5
3/8 – кровні	65		4,6	16,9	41,5	7,7	15,4	3,1	10,8	
5/8 – кровні	69		1,4	8,6	10,2	20,3	30,4	13,1	13,0	
7/8 – кровні	135				17,0	3,7	49,6	16,3	5,9	7,5
ч/п нового типу	103				7,8	7,8	51,5	10,7	15,5	4,8

Із даних, які наведено в *табл. 12*, видно, що з підвищенням частки спадковості новозеландських коріделів у помісних ярок тісно пов'язана товщина вовни. Чим вища умовна кровність коріделів, тим вовнові волокна мають більшу товщину та навпаки. Така закономірність, звичайно, відбилася на фізико-технічних властивостях вовни (густоті, міцності, еластичності та інших показниках), а також на настригах як немитої, так і митої вовни. У помісних ярок з високою часткою спадковості за коріделями настриг митої вовни був достовірно вище, ніж у помісних ярок з низькою спадковістю. Це, на наш погляд, пов'язано з тим, що в новозеландських коріделів товщина волокон суттєво наближується до межі тонкої вовни, тому серед помісних овець, особливо з низькою часткою спадковості за новозеландським коріделем, трапляється мало тварин з товщиною вовни 50 і 56 якості. Разом з тим треба відмітити, що значна частина висококровних помісей за коріделями має підвищену товщину вовни 58–56/58 якості, що забезпечило отримання більшої кількості тварин бажаного типу з кросбредною вовною.

Параметри консолідації селекційних ознак продуктивності кросбредних овець новоствореного типу

Прискорення селекційного прогресу в тваринництві обумовлено використанням сучасних методів і прийомів визначення оцінки племінних якостей тварин та підвищення селекційного диференціалу в процесі добору за основними господарсько-корисними ознаками [2; 5]. Контролюють селекційний процес переважно шляхом аналізу рівня середніх значень продуктивних і репродуктивних ознак у суміжних генераціях та динаміки їх мінливості.

Загальновідомо, що генетичний потенціал продуктивності як окремої особини, так і популяції в цілому, обумовлений спадковістю, максимальний прояв якого можливий тільки за сприятливих умов середовища, тому селекційна оцінка генетичних можливостей має здійснюватися в конкретних та характерних для зони розведення овець господарських умовах [4; 6; 11; 13].

Після затвердження у 2000 році дніпропетровського типу асканійської м'ясо-вовнової породи в стаді племзаводу «Руно» проводили наукові дослідження з удосконалення селекційного процесу в напряму консолідації новоствореного масиву м'ясо-вовнових овець з кросбредною вовною в типі коріделъ, що входять до складу асканійської м'ясо-вовнової породи, як дніпропетровський тип.

Про рівень продуктивності та сучасний стан ознак, за якими проводиться селекція скоростиглих м'ясо-вовнових овець нового типу, можна судити за показниками із *табл. 13*.

Серед баранів основного стада всі тварини мали живу масу, яка відповідала вимогам класу еліта. Вівцематки також у більшості своїй мали добрий розвиток і тварин, жива маса яких була б нижче вимог I класу, в стаді не було. Але слід відмітити, що більшість з них відповідали вимогам класу еліта. Незабезпечення належних умов годівлі та утримання ярок не сприяло нормальному їх розвитку, внаслідок чого серед них була присутня незначна кількість тварин II класу.

Таблиця 13

Жива маса овець, кг

Статевовікові групи	n	Класність		
		Еліта	I	II
Барани основні	45	86,5	–	–
Барани ремонтні	71	50,0	–	–
Вівцематки	1082	55,0	48,7	–
Ярки	349	45,0	41,0	37,0

Вивчення лінійних промірів окремих статей та обчислення індексів будови тіла показало, що в річному віці тварини нового типу характеризуються властивими для овець м'ясо-вовнового напряму широтними промірами і мають добре виражені м'ясні форми.

Настриг вовни овець нового типу характеризується даними, зазначеними в *табл. 14*. Барани-плідники за настригом митої вовни переважали вимоги стандарту на 11,7%, ремонтні барани – на 8,5%, а вівцематки та ярки – на 2,3–4,6%.

Таблиця 14

Вовнова продуктивність овець

Статевовікові групи	Настриг вовни		Вихід митого волокна, %	Коефіцієнт вовновості
	немитої	митої		
Барани основні	8,7	5,6	61	64,7
Барани ремонтні	6,3	3,6	58	72,0
Вівцематки	4,5	2,6	57	47,2
Ярки	4,3	2,4	56	53,3

За настригом вовни в оригіналі та в митому волокні встановили, що між статевовіковими групами тварин, за винятком основних баранів, спостерігається незначна різниця за показником виходу митого волокна, який складав 56–58%.

Рівень продуктивності маточної частини стада найбільш залежний від умов годівлі та утримання тварин, що пов'язано в першу чергу з вагітністю та вирощуванням ягнят у підсисний період. Жива маса маток у досліджувані роки становила 50,7–54,6 кг, настриг вовни в фізичній масі 4,4–5,2 кг, довжина штапелю 9,43–9,75 см. При цьому аналіз вовнової продуктивності маток, як за певного числа стрижок та кількості ягнінь, так і за генерацій, має незначні відхилення від середніх показників настригу по стаду вівцематок. Так, показник настригу вовни маток за першим ягнінням (друга стрижка) сягає 98% від середнього показника по стаду. У маток за другим ягнінням (третя стрижка) та третім ягнінням (четверта стрижка) – в межах 101,5%, а за четвертим ягнінням (п'ята стрижка) – починає знижуватися до 93% порівняно зі середнім настригом вівцематок за той чи інший рік. Це свідчить про достатньо високу повторюваність та успадковування основних селекційних ознак вівцематок новоствореного типу м'ясо-вовнових овець протягом репродуктивного періоду.

Результати стрижки та розподіл на класи вовни маточної частини стада показали, що від 81% до 87% вовни відноситься до рунної, а 13–18% – до нижчих сортів. Практично вся вона мала перший клас довжини, тобто від 9,0 см і більше, при цьому частка мериносової вовни знизилася з 85 до 73% і відповідно зросла кількість кросбредної вовни.

Довжина вовни в овець нового типу в більшості своїй відповідає вимогам, що висуваються до кросбредної вовни I класу. Особливо добру довжину вовни має молодняк. А ось серед маток нараховується 50,7% тварин з довжиною вовни менше ніж 10 см. Це явище пояснюється наявністю в стаді достатньо великої кількості вівцематок з низькою часткою спадковості за новозеландським коріделем, через те, що на певних етапах селекції в силу об'єктивних причин неможливо проводити жорсткий направлений добір тварин бажаного типу. Відзначимо також, що практично в більшості овець нового типу вовна камвольна з яскраво вираженою звивистістю та характерним люстровим блиском.

Зважаючи, що всі основні барани-плідники мають бажану товщину вовни 58 якості і нижче, що за подальшого поглинального схрещування та вибраковування із стада овець, які не відповідають стандарту, в самий короткий період часу забезпечить 100 % одержання однотипних тварин з кросбредною вовною.

Важливим показником при оцінці вовнової продуктивності овець є також густина вовнового покриву. У стаді племзаводу залежно від статевовікових особливостей зустрічаються як густововнові, так і вівці з рідкою вовною.

Тільки серед маток I класу нараховується 10,6% овець з рідкою вовною, а в інших групах їх кількість становила від 1,6 до 4,5%. Отже, основна маса тварин має нормальну густину вовни.

Майже в усіх групах дуже мало зустрічається тварин зі змитим характером вовни. Руна в цілому добре вирівняні за довжиною та товщиною волокон. Для овець даного типу характерними є високі показники міцності, тобто повного подовження волокон до розриву, а також добрі показники розтяжності 8–10 сН/кг.

За загальною товщиною шкіри, товщиною та співвідношенням її шарів вівці нового типу суттєво не відрізняються від овець інших порід м'ясо-вовнового напряму продуктивності. Так, загальна товщина шкіри в баранів у середньому становила 3660 мкм, у маток – 2890 мкм, баранців – 3040 мкм, ярок – 3019 мкм. Доля пілярного шару складала у відсотках відповідно: 60,3; 63,1; 61,35 та 61,1%.

Кількість первинних та вторинних фолікулів на 1 мм2 шкіри на боці коливалася від 30,2 до 39,1. Кількість зачаточних фолікулів у молодняку на початку постембріонального періоду знаходиться в межах 18–20%, а при відлученні зменшується до 4,9–9,3%. Співвідношення вторинних до первинних фолікулів у баранів становило 11,15:1; у маток – 11,02:1; у молодняку – 10,3:1.

Кількість воску у вовні овець нового типу була оптимальною. Лабораторними дослідженнями встановлено, що у вовновому жирі вміст довголанцюгових жирних кислот невисокий, порівняно невелика кількість нелетких та нерозчинних у воді жирних кислот, з віком їх кількість зростає. Температура плавлення та застигання воску незначна, процеси гідролізу і омилення складних ефірів проявляються меншою мірою, ніж у тонкорунних овець. Все це, природно, відобразилося на якості жиропоту, який в більшості овець був білого та світло-кремового кольору.

Заводське стадо новоствореного типу м'ясо-вовнових овець племзаводу «Руно» в більшості своїй представлено висококласними тваринами. Усі основні та ремонтні барани є елітними. У групі маток 68,9% віднесено до класу еліта та 31,1% до І класу. Добру класність мають і ярки, серед яких 77,4% мали клас еліта, 18,8% – І і лише 3,8% – ІІ клас.

Ступінь мінливості та успадковування продуктивних ознак у овець різних статевовікових груп

Однією з головних складових успішного розведення кросбредних овець є застосування різноманітних методів добору. Досить часто для генетичного покращення генотипів тієї або іншої популяції за конкретною ознакою використовують масовий відбір, особливо це стосується маточної частини стада, коли для нарощування поголів'я бракування маток та ярок зводиться до мінімуму. Але ефективним такий метод добору можливий лише за наявності різноманітності спадкової структури популяції і її окремих особин. Виявити ці відмінності можна лише з'ясувавши питання про можливість збереження структури фенотипного різноманіття ознаки з покоління в покоління.

На основі результатів комплексної оцінки баранів-плідників, ремонтних баранів і ярок визначали тварин з оптимальними параметрами взаємопов'язаних селекційних ознак. Вівці оцінювалися за конституційно-екстер'єрними особливостями, рівнем розвитку, за живою масою, настригом вовни та вовновими характеристиками руна.

У *табл. 15* наведено дані з характеристики продуктивних ознак баранів-плідників у динаміці за роками досліджень.

Таблиця 15

Характеристика баранів-плідників за ознаками продуктивності

Група тварин	n	Жива маса, кг		Настриг вовни, кг		Довжина вовни, см	
		M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %
2003 р.							
Основні плідники	59	71,5±1,03	13,23	7,4±0,14	15,46	12,4±0,15	11,74
Селекційна група	10	81,3±1,14	13,19	8,1±0,28	14,34	12,8±0,27	9,04
2004 р.							
Основні плідники	60	70,7±0,91	9,95	7,2±0,12	12,36	11,9±0,15	12,76
Селекційна група	10	80,5±1,16	9,25	8,3±0,12	10,73	12,4±0,27	7,24
2005 р.							
Основні плідники	33	72,2±1,31	10,75	7.1±0,19	17,76	11,2±0,17	10,56
Селекційна група	10	81,4±1,15	9,70	7,9±0,37	15,90	11,6±0,14	6,76

Отже, за живою масою більшість баранів селекційної групи відповідають вимогам стандарту для тварин I класу. Але в різні роки спостережень вона становила 80,5–81,4 кг, при цьому коефіцієнти варіації даної ознаки характеризуються незначними коливаннями – 9,25–13,19%, що дає змогу стверджувати про певну стабілізацію мінливості даної ознаки.

Настриги вовни за досліджувані роки характеризуються дещо вищою фенотиповою мінливістю, яка коливалася від 10,7 до 15,9%. Найбільшою стабільністю відрізнялися показники довжини вовни, де коефіцієнт мінливості дорівнював 6,8–9,0%.

Аналізуючи наведені вище дані, можна стверджувати, що за мінливістю основних продуктивних ознак у сукупностях досліджуваних тварин селекційна група баранів-плідників достатньо відселекціонована. Для більш детального аналізу особливостей формування основних господарсько-корисних ознак у баранів-плідників було складено варіаційні ряди, за допомогою яких зробили спробу виявити варіабельність даних ознак на основі розрахунків ексцесу та асиметричності.

Аналіз розподілу баранів за настригом вовни засвідчив пряму залежність цього показника від живої маси тварин та довжини вовни. Це наочно простежується за даними розрахунків показників ексцесу та асиметричності варіаційних кривих, які наведено в *табл. 16*.

Таблиця 16

Показники ексцесу та асиметричності варіаційного розподілу продуктивних ознак баранів-плідників

Показник вовни	Рік		
	2003	2004	2005
Ексцес			
Довжина вовни	–0,10	–0,36	0,41
Товщина вовни	0,34	0,64	–0,63
Настриг вовни	–0,39	–0,45	0,59
Жива маса	–0,06	–0,17	0,66
Асиметричність			
Довжина вовни	0,40	0,04	0,24

Товщина вовни	0,29	–0,97	–0,09
Настриг вовни	0,51	0,31	0,56
Жива маса	0,64	0,76	–0,03

Так, в окремі роки досліджень ці показники мали як від'ємне значення, так і додатне. Зважаючи, що коефіцієнти ексцесу і асиметрії не перевищують граничну норму зміщення розподілу частот у сукупності особин, які вивчають, можна стверджувати, що ці зміни є результатом природного чинника. На нашу думку, це пов'язано в першу чергу з умовами годівлі, рівень якої в окремі роки не відповідав оптимальним нормам.

Для встановлення оптимальних параметрів добору баранів-плідників за основними селекційними ознаками з метою подальшої їх консолідації, було здійснено визначення та вивчення кореляційних зв'язків між ними.

Аналізуючи дані з проведеного кореляційного аналізу, було встановлено низку як позитивних, так і від'ємних залежностей між сполучними ознаками в баранів-плідників (*табл. 17*).

Таблиця 17

Кореляційна залежність між показниками продуктивності баранів-плідників

Показник	Коефіцієнт кореляції		
	Рік		
	2003	2004	2005
Жива маса –			
Вовна: довжина	–0,21	–0,08	0,21
товщина	–0,09	–0,20	0,14
настриг	0,77	0,71	0,55
Довжина вовни:			
– товщина	0,18	0,21	0,16
– настриг	0,19	0,06	0,22
Товщина вовни:			
– настриг	0,01	–0,12	0,15

Коефіцієнти кореляції селекційних ознак продуктивності засвідчили про неоднаковий вплив року досліджень на їх різноманітність. Так, між живою масою та настригом вовни виявлено тісний взаємозв'язок, коли величина коефіцієнта кореляції в усі досліджувані роки знаходилася в межах від 0,55 до 0,77. А це вказує на те, що від 31,2 до 53,9% варіації даної ознаки залежить від мінливості, іншої і на підставі такого високого значення коефіцієнта кореляції можна прогнозувати позитивний результат селекції в наступних поколіннях.

Така сама закономірність, але у меншій мірі спостерігалася і за сполученістю між довжиною та товщиною вовни, коли величина коефіцієнта кореляції становила в досліджувані роки 0,16–0,21.

Водночас, жива маса відібраних баранів має слабку за знаком як від'ємну, так і додатну кореляцію з довжиною та товщиною вовни, а настриг вовни плідників у свою чергу мав статистично недостовірний позитивний взаємозв'язок з довжиною та товщиною вовнових волокон. Разом з тим, спостерігається певна тенденція посилення позитивного взаємозв'язку між

селекційно важливими ознаками продуктивності плідників протягом останніх років. Це підтверджує ефективний характер добору тварин за даним ступенем розвитку взаємопов'язаних селекційних ознак.

Для більш детального кореляційного аналізу взаємозв'язку між основними ознаками продуктивності, визначили регресивні залежності, які показали, що між показниками існує пряма пропорційна залежність. Підвищення живої маси плідників на 1 кг може сприяти збільшенню настригу вовни на 0,08 кг, а довжини вовни – на 0,27 см. Розрахована багатофакторна регресивна модель за результатами аналізу продуктивності плідників за 2005 рік показує, що при подовженні вовни на 1 см настриг збільшується на 0,12 кг, при потовщенні волокон на 1 мкм настриг збільшується на 0,04 кг та при підвищенні живої маси на 1 кг – настриг збільшується на 0,08 кг, вплив не включених до молі-факторів становить 1,48 ($P > 0,95$).

Для процесу відтворення із основного стада баранів-плідників до селекційної групи відбирали тварин зі середньою живою масою на рівні 80,0 кг. Настриг вовни у фізичній масі плідників селекційної групи протягом проведених досліджень становив 7,9–8,1 кг, а вихід митого волокна складав 60–62%. Довжина вовни плідників була в межах 11,6–12,9 см, товщина вовни тварин відповідала 58–50 якості. Аналіз продуктивності плідників селекційної групи за нормованого розподілу ознак показує, що їх рівень за основними селекційними ознаками знаходився на межі між верхніми значеннями модальних класів та початком значень верхнього довірчого інтервалу. Використання в конкретних стадах таких плідників є найбільш об'єктивним варіантом для застосування як спрямованого добору кращих особин, так і стабілізуючого добору особин модального класу за поетапного ведення селекційного процесу.

Комплексна оцінка баранів 13–14-місячного віку була спрямована на визначення та добір для відтворення в основну групу плідників, тварин з найбільш оптимальним співвідношенням їх розвитку за живою масою, типом конституції, настригом вовни та показниками якості руна. Залежно від умов годівлі за роками досліджень жива маса таких баранів становила 46,4–59,6 кг, за досить вузького коефіцієнта мінливості 5,3–10,7%. Настриг вовни у фізичній масі складав 6,3–7,9 кг за виходу чистого волокна – 57–59% та довжиною штапелю 14,4–16,4 см, а товщиною вовни переважно 58 якості.

Визначені кореляційні залежності між показниками продуктивності баранів-річняків свідчать про середню ступінь зв'язку між живою масою та настригом і довжиною вовни, коли коефіцієнт кореляції становив 0,27–0,36, а також довжиною і настригом вовни, коли $r = 0,39$. Розраховані рівняння регресії показали залежність настригу вовни та її довжини від живої маси, коли за її підвищення на 1 кг, настриг вовни в баранців збільшується на 0,08 кг, а довжина – на 0,11 см (*табл. 18*).

Добір тварин з урахуванням взаємозв'язку господарсько-корисних ознак на базі використання результатів досліджень селекційно важливих показників при доборі ярок надав змогу отримувати з покоління в покоління високопродуктивне потомство, яке відповідало вимогам стандарту для даного

типу овець. Це знайшло своє відображення у прояві основних господарсько-корисних ознак маточного поголів'я стада.

Таблиця 18

Характеристика ярок залежно від класності

Група тварин	n	Жива маса, кг		Настриг вовни, кг		Довжина вовни, см	
		M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %
2003 р.							
Еліта і I клас	267	41,4±0,95	13,81	5,4±0,28	24,39	14,2±0,11	12,63
Еліта	143	44,5±0,86	10,05	5,6±0,32	23,27	14,3±0,09	8,10
I клас	124	37,8±1,18	11,26	5,0±0,27	15,82	13,9±0,14	10,75
2004 р.							
Еліта і I клас	223	39,6±1,02	12,24	5,1±0,43	16,73	14,0±0,12	13,28
Еліта	58	41,6±0,89	9,61	5,4±0,38	12,41	14,5±0,17	9,12
I клас	165	38,3±0,94	12,75	5,0±0,29	14,71	13,3±0,11	10,62
2005 р.							
Еліта і I клас	149	41,2±1,17	11,15	5,5±0,29	17,40	13,9±0,12	10,64
Еліта	27	43,9±0,78	9,65	5,7±0,16	15,02	14,8±0,21	7,56
I клас	122	40,6±1,08	10,43	5,4±0,26	18,26	13,7±0,14	11,38

Середня жива маса таких ярок становила за роками досліджень від 39,6 кг (Cv = 13,54 %) до 41,4 кг (Cv = 12,52%). Настриг вовни у фізичній масі був відповідно від 5,1 кг до 5,5 кг, але слід відзначити високу мінливість даної ознаки, яка досягла в окремі роки більше 24,39%. Довжина штапелю вовнових волокон ярок становила від 13,9 см (Cv = 13,28 %) до 14,5 см (Cv = 10,64%), а товщина вовни знаходилася в межах 60–58 якості.

Під час оцінки ступеня фенотипової консолідації селекційних груп виходили з логічного припущення потреби враховувати не лише відносне звуження групової мінливості за досліджуваною ознакою, але й форми кривої частот розподілу варіаційного ряду (*рис. 1*).

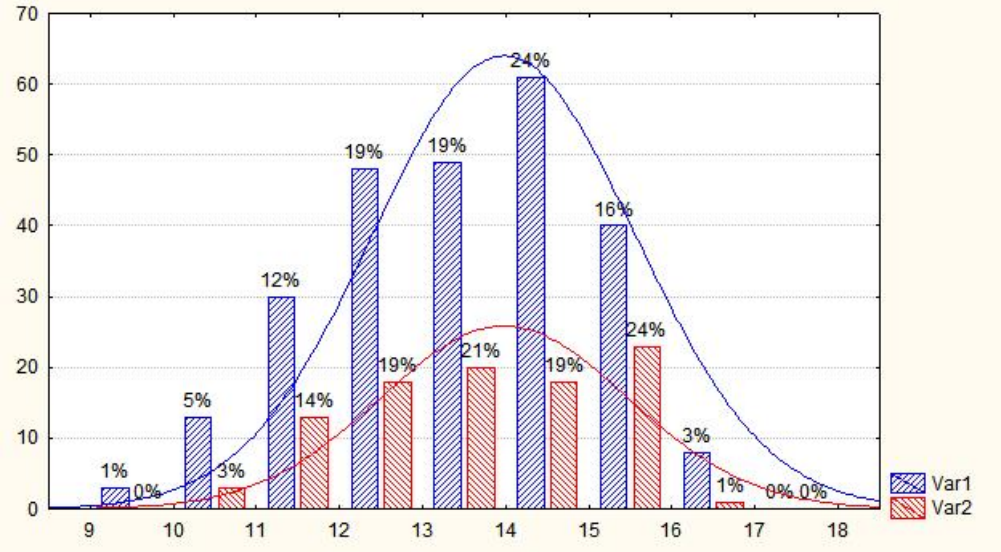


Рис. 1. Розподіл ярок за довжиною вовни

Відповідно до теорії нормального розподілу Гауса, аналіз графічного зображення розподілу основних селекційних ознак усієї популяції ярок за останні роки показав, що розподіл тварин за живою масою та настригом вовни з року в рік знаходиться майже на одному рівні і проходить більш стабільно, ніж довжина вовни.

Спостереження незначного зміщення вліво варіаційної кривої розподілу ярок за довжиною вовни вказує на позитивні зрушення, що відбуваються за даною ознакою. Зміна крутості вершини варіаційної кривої та зміщення її за роками досліджень незначні та обумовлені, на нашу думку, саме впливом паратипових факторів і адекватне в реальних умовах характеру взаємодії «генотип – середовище».

Поряд з цим необхідно враховувати індивідуальні особливості розвитку селекційних ознак, що притаманні окремим групам тварин. Це пов’язано, на наш погляд. з тим, що селекція тварин проводилася в першу чергу на типовість рунної вовни. Зважаючи на неадитивний характер успадкування якісних ознак у тварин, до яких відноситься і товщина вовни, можна стверджувати, що дана ознака має вищий рівень консолідації порівняно з іншими. Підтвердженням цього є розподіл ярок за товщиною вовни в суміжні роки, де гістограми розподілу варіаційного ряду свідчать про те, що більше 70% овець на момент першого стриження мали вовну бажаного сортименту – 58–56 якості.

Практична реалізація системи контролю селекційних процесів у популяціях здійснюється, як було зазначено вище, шляхом побудови варіаційних рядів у суміжних генераціях та гістограм розподілу, а також визначення таких параметрів, як асиметрія й ексцес.

У *табл. 19* представлено показники ексцесу та асиметричності за визначеними селекційними ознаками ярок у розрізі останніх трьох років. Зважаючи на те, що якщо коефіцієнти ексцесу і асиметрії дорівнюють нулю, то тоді варіаційний ряд розподілу частот має нормальний розподіл, а якщо в межах 0,5, то це свідчить про помірність асиметрії, або про незначне накопичення частот у випадку ексцесу.

Таблиця 19

Показники ексцесу та асиметричності ознак

Показник		Рік		
		2003	2004	2005
Ексцес				
Вовна:	довжина	0,03	–0,23	–0,48
	товщина	–0,61	0,34	–0,42
	настриг	0,51	–0,24	0,68
Жива маса		–0,51	0,03	–0,09
Асиметричність				
Вовна:	довжина	–0,23	–0,07	–0,12
	товщина	0,01	0,28	0,26
	настриг	0,61	0,09	0,73
Жива маса		0,06	–0,15	0,34

Отримані нами результати вказують на незначну варіабельність частот досліджуваних ознак, які здебільшого не виходять за межі стабільної помірності. Дещо виокремлюється варіабельність настригу вовни, коли показники ексцесу та асиметрії варіаційного розподілу даної ознаки в окремі роки досліджень набували більш високих, як додатних, так і від'ємних, значень та знаходилися за межею помірності. Але в цілому можна стверджувати про певний рівень консолідації даної селекційної групи овець.

Як зазначалося вище, популяційно-генетичні аспекти успадкування кількісних полігенних ознак ґрунтуються на вивченні взаємообумовленості та взаємозв'язку між ознаками в середині тієї або іншої популяції. Розраховані коефіцієнти кореляції між основними селекційними показниками продуктивності ярок показали, що найбільш висока позитивна постійна залежність існує між живою масою та настригом вовни, яка за роками досліджень становила 0,47–0,36. Крім того, що жива маса характеризує конституціональну міцність та добрий розвиток тварин, очевидно, що крупнішим вівцям властива і більша площа шкіри для росту вовнових волокон. Але не завжди крупність овець сприяє підвищенню настригів вовни.

За повідомленням деяких авторів, вовнова продуктивність підвищується зі збільшенням живої маси до певної величини, потім вона знижується, і більш крупні вівці дають менші або однакові настриги з вівцями середньої величини, що пояснюється біологічними особливостями організму тварин.

Кореляційний аналіз визначення рівня залежності між селекційними ознаками показав, що не відбувається особливих зрушень за довжиною та товщиною вовни тварин, які були б пов'язані зі зміною їх живої маси. Разом з тим настриг вовни в ярок має слабкі непостійні зв'язки з товщиною та довжиною вовни. Слід відмітити тенденцію до зростання кореляційної залежності довжини вовни від її товщини протягом останніх років. Встановлені взаємозв'язки є підтвердженням того, що між тваринами, віднесеними до I класу, та частиною тварин, віднесених до II класу, суттєвої різниці між кількісними та якісними показниками вовни не існує, крім живої маси. На нашу думку, це може бути пов'язано з тим, що в певної частини овець створеного типу існує чітка фізіологічна особливість стабільно трансформувати енергію корму в розвиток вовнового покриву, порушуючи тим самим певну пропорцію розподілу енергії на ріст маси тіла.

Аналіз промірів екстер'єрних статей ярок порівняно з матками засвідчив про те, що тварини до 13–14-місячного віку досягають 87,0–94,3% розвитку показників дорослих тварин, а саме: за висотою в холці – 94,3%; у кряжах – 93,6 %; косою довжиною тулуба – 91,7%; шириною, глибиною та обхватом грудей – відповідно 87,0%, 87,0% та 87,8%, довжиною та шириною голови – 90,2 та 91,9%.

Організація системи ведення селекційного процесу при консолідації новостворених типів сільськогосподарських тварин неможлива без застосування всього комплексу генетико-статистичних параметрів, які визначають стан, результативність та подальший прогрес племінної роботи в активній частині популяції. Особливе місце тут відводиться широкому

використанню дисперсійного аналізу, який надає можливість вірно обґрунтувати результати дослідів у тваринництві, а також виявити статистично вплив на мінливість ознаки, що вивчається, як кожного фактора окремо, так і сумарну їх дію. Ураховуючи це, вважаємо за необхідне визначити ступінь впливу матерів на якість нащадків, у даному випадку дочок, при взаємодії генотипу і середовища.

Дисперсійний аналіз було проведено на підставі визначення ступеня впливу як сукупно за трьома основними кількісними ознаками, так і окремо кожної, у загальній мінливості ознаки.

У *табл. 20* (*див. на наступній стор.*) наведено результати трифакторного дисперсійного аналізу визначення впливу сукупної дії живої маси, довжини і настригу вовни матерів на успадковування живої маси дочок. Так, у загальній дисперсії частка впливу організованих факторів, обумовлених генотипом матері, становить 12,2%, тоді як сума інших неврахованих факторів – 87,8%.

У відсотковому відношенні за часткою впливу організованих факторів, обумовлених генотипом матері, було встановлено, що найбільший вплив на показники вовнової продуктивності чинить жива маса тварин – 10,2%.

При визначенні впливу врахованих факторів було отримано результати, які проілюстровано на *рис. 2*.

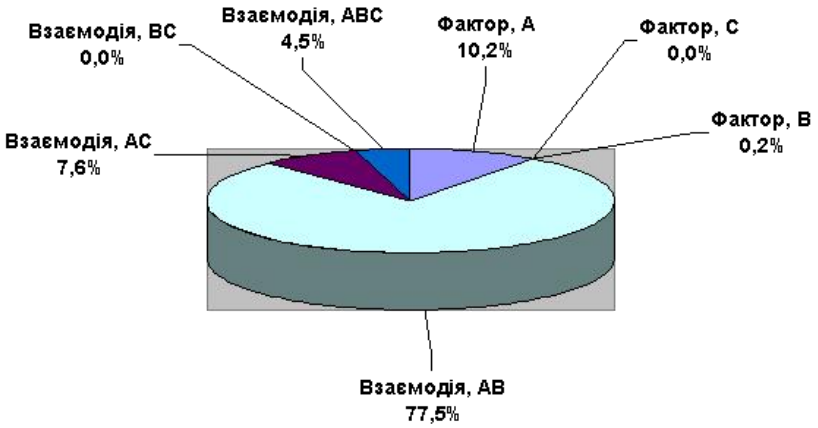


Рис. 2. Участь факторів у генетичній різноманітності впливу матерів на живу масу дочок

Так, сумарна взаємодія трьох факторів впливу матерів на живу масу дочок дорівнювала 4,5%. Найбільш вагомою була взаємодія сукупного впливу живої маси і довжини вовни – 77,5%, а безпосередньо вплив живої маси матерів на успадкування цієї ознаки в дочок становив 10,2% від загального впливу врахованих факторів, обумовлених генами матерів. Але необхідно відмітити, що вірогідним був вплив лише живої маси матерів і сумарної дії двох факторів, а саме живої маси і настригу вовни ($P>0,999$), незважаючи на те, що у відсотковому співвідношенні їх частка складала 4,5–7,6%. У той же час сукупний вплив живої маси та довжини вовни, хоча і мав найвищий відсоток у факторіальній дисперсії, обумовленої генотипом матерів, але був невірогідним ($P<0,95$), що вказує на випадковий характер цього явища.

Таблиця 20

Вплив трьох факторів на живу масу

Джерело дисперсії	Сума квадратів	Ступені вільності	Середній квадрат	$F_{факт}$	$F_{крит}$ при a = 0,05	P-значущість	Відсотковий внесок у факторну суму квадратів	Відсотковий внесок у загальну суму квадратів
Загальна, Cy	11674,60	290						
Факторна, Cx	1422,37	53						
Фактор, A	145,05	1	145,1	3,35	3,88	0,0683	10,2 %	1,2 %
Фактор, B	3,44	1	3,4	0,08	3,88	0,7783	0,2 %	0,0 %
Фактор, C	0,43	1	0,4	0,01	3,88	0,9204	0,0 %	0,0 %
Взаємодія, AB	1102,06	45	24,5	0,57	1,42	0,9881	77,5 %	9,4 %
Взаємодія, AC	107,50	1	107,50	2,49	3,88	0,1163	7,6 %	0,9 %
Взаємодія, BC	0,16	1	0,16	0,00	3,88	0,9522	0,0 %	0,0 %
Взаємодія, ABC	63,73	3	21,24	0,49	2,64	0,6888	4,5 %	0,5 %
Залишок, Cz	10252,23	237	43,26					87,8 %

Аналіз визначення впливу сукупної дії трьох факторів за основними продуктивними ознаками матерів на успадкування їх дочками показав, що частка впливу організованих факторів, обумовлених генотипом матерів, на довжину вовни становить 3,3%, а на настриг вовни лише 2%. Встановлено, що вірогідно впливають на ці показники сукупно лише жива маса і настриг вовни.

Таким чином, проведені дослідження показали неоднозначний характер впливу генів матерів на прояв ознак у дочок. Сутність цього процесу має нелінійний характер та підтверджує складність у сприйнятті спадковості як цілісного, і за неформального розгляду стає зрозумілим, що плейотропна дія генів, так само як і полігенна, не є просто сумою цих генів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вівчарство України / за ред. В. М. Іовенка. Київ: Аграрна освіта, 2017. 486 с.

2. Горлов О. І., Івіна К. А., Мокєєв І. О., Чічаєва О. П. Удосконалення системи управління селекційним процесом у вівчарстві. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. 2008. № 1. С. 263–266.

3. Жарук П. Г., Жарук Л. В. Фактори формування ефективності галузі вівчарства. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. 2015. № 8. С. 133–140.

4. Іовенко, В. М., Дем'яненко А. А. Відносна життєздатність та пристосованість різних генотипів кросбредних овець. *Міжвід. темат. наук. зб. «Вівчарство»*. Нова Каховка: «Пиел». 2006. Вип. 33. С. 87–92.

5. Коваленко В. П., Нежлукченко Т. І., Плоткін С. Я. Сучасні прийоми підвищення інформативності селекційного процесу при лінійному розведенні сільськогосподарських тварин. *Розведення і генетика тварин*. Київ : Аграрна наука, 2005. Вип. 38. С. 67–73.

6. Микитюк В. В. Критерії визначення інформативності селекційного процесу при використанні нових типів овець. *Вісник ЛНУВМтаБТ*. Львів, 2011. С. 112–117.

7. Микитюк В. В., Сєверов О. В., Солоха І. М. Науково-методичні засади створення дніпропетровського типу асканійської м'ясо-вовнової породи. *Науковий вісник «Асканія-Нова».* Нова Каховка: ПИЕЛ, 2012. Вип. 5. Ч.1. С.134–141.

8. Микитюк В. В., Заярко О. І. Оцінка репродуктивних якостей імпортних баранів-плідників. В*існик Дніпропетровського ДАУ.* Дніпропетровськ, 2012. Вип. 2. С. 159–163.

9. Микитюк В. В., Сєвєров О. В. Спадкова зумовленість і мінливість продуктивних ознак у ярок за впливу баранів-плідників. *Розведення і генетика*. Київ: Аграрна наука, 2015. Вип. 50. С. 55–60.

10. Микитюк В. В., Заярко О. І., Сєвєров О. В., Поротікова І. І. Особливості відтворювальної здатності вівцематок при інтродукції в нових природо-кліматичних умовах. *Вісник (науковий збірник) Сумського національного університету.* Серія «Тваринництво», 2016. Вип. 5 (29). С. 190–194.

11. Микитюк В. В. Генетико-селекційні параметри інтродукції овець з урахуванням взаємодії «генотип-середовище». *Науковий вісник НУБіП України.* Київ, 2016. Вип. 236. С. 169–178.

12. Микитюк В. В. Реалізація генетичного потенціалу продуктивності новозеландських коріделів в умовах Степу Придніпров'я. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. Нова Каховка: ПИЕЛ, 2018. Вип. 11. С.26–37.

13. Нежлукченко Т. І. Закономірності пристосованості овець різних генотипів в процесі породоутворення. *Теорія і практика сучасної селекції тварин*. Харків, 1999. Ч. 3. С. 64–68.

14. Полупан Ю. П. Методи визначення ступеня фенотипової консолідації селекційних груп тварин. *Вісник аграрної науки.* 2002. № 1. С. 48–52.

15. Польська П. І., Калащук Г. П. Ефективність селекції за період виведення та вдосконалення інтенсивних типів асканійських м'ясо-вовнових овець. *Вівчарство.* Нова Каховка: Пиел, 2006. Вип. 33. С. 132–138.

16. Польська П. І., Калащук Г. П. Методологія породотворного процесу при створенні інноваційного генофонду асканійської м'ясо-вовнової породи овець з кросбредною вовною за умов нестабільного рівня годівлі. *Вівчарство*. Нова Каховка, 2014. Вип. 38. С. 63–76.

17. Помітун І. А. Селекційні методи підвищення конкурентноспроможності порід овець у регіоні Лісостепу і Полісся. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 12. С. 104–105.

18. Помітун І. А. Науково-практичне обґрунтування принципів селекції тонкорунних м'ясо-вовнових овець з урахуванням взаємодії «генотип–середовище» : автореф. дис. … докт. с.-г. наук: 06.02.01. Херсон, 2010. 44 с.

19. Програма селекції асканійської м'ясо-вовнової породи овець з кросбредною вовною в Україні на період 2003-2010 роки /Д. М. Микитюк, А.М. Литовченко, Ю.Ф. Мельник та ін.; відп. за випуск П. І. Польська. К., 2003. 84 с.

20. Шуваев В.Т. Научно-практические основы выведения внутрипородных типов скороспелых мясо-шерстных овец на Днепропетровщине. *Вестник аграрной науки УА*АН. 1998. № 1. С. 63–66.

МОНІТОРИНГ ПОКАЗНИКІВ БЕЗПЕЧНОСТІ І ЯКОСТІ КОЗИНОГО І КОРОВ'ЯЧОГО МОЛОКА У ФРАНЦІЇ І В УКРАЇНІ

Зажарська Н. М.

За своїми фізико-хімічними властивостями, смаком та придатністю для виробництва сирів, козине молоко відрізняється від коров'ячого і від молока інших видів тварин. У країнах, де козівництво достатньо розвинене, козине молоко використовують не тільки як питне, а й для приготування цілого ряду кисломолочних продуктів, м'яких і твердих сирів. В Україні на ринку молочної продукції збільшується асортимент продуктів з козиного молока, які виробляються на невеличких підприємствах. Однак попит на продукцію перевищує пропозицію. В Україні, на жаль, потужні молокопереробні підприємства майже не приймають козине молоко, хоч це більш цінна сировина, ніж коров'яче молоко.

Майже завжди під час проведення ветеринарно-санітарної експертизи козиного молока в Україні до нього висувають такі ж вимоги, як і до коров'ячого. Задля розробки нормативної документації, доповнення недостатньої інформації про козине молоко необхідні дослідження параметрів якості і безпечності, зокрема порівняння показників молока корів і кіз в Україні і за кордоном.

Перспективи переробки козиного молока в Україні

Зростаючий інтерес до виробництва козиного молока відмічається в світі, зокрема, в розвинених європейських країнах [1]. Маючи лише 2,5% світового поголів'я кіз, Європа виробляє 18% всього обсягу козиного молока виключно для виготовлення сирів, зокрема, у басейні Середземного моря [2]. Щорічне світове виробництво козиного молока сягає 8 299 тис. тонн.

Однак подальший розвиток козівництва в нашій країні потребує вирішення ряду проблем. Оскільки основна маса тварин представлена місцевими козами з низькою продуктивністю, доцільно подальше її підвищення шляхом схрещування кіз з козлами спеціалізованих порід. Значною проблемою є відсутність племінних господарств і чіткої роботи з ведення обліку та селекційного удосконалення стад, мізерні обсяги застосування штучного осіменіння, відсутність перевірки плідників за якістю нащадків. Для реалізації потенціалу молочної продуктивності необхідно опрацювати наукові основи нормованої годівлі, механізації основних технологічних процесів. Крім того, більшість поголів'я кіз знаходиться в присадибних господарствах, тому виникає дрібнотоварність виробництва молока, коли дуже важко здійснити контроль якості продукції.

Але незважаючи на ці проблеми, все більше фермерів та власників присадибних господарств захоплюються розведенням кіз. За останні роки галузь козівництва в Україні набула істотного поширення. В останні роки збільшується кількість фермерських господарств, переважно у Львівській, Київській, Кіровоградській областях, що спеціалізуються на виробництві козиного молока. Більшість таких ферм мають поголів'я 100–500 кіз. Виробництво козиного молока в Україні становить близько 235 тис. тонн на рік [3].

Інтерес до розведення кіз та отримання продукції козівництва обумовлений цінними дієтичними та лікувально-профілактичними якостями козиного молока за невисокої собівартості його виробництва. Українські дослідники вивчали стан галузі козівництва та оцінювали породне різноманіття кіз молочного напряму продуктивності у фермерському господарстві Валківського району, присадибних господарствах Харківського району Харківської та на фермі «Золота коза» Кіровоградської областей [4].

Зростаючий інтерес до розвитку молочного козівництва у теперішній час зумовлено декількома чинниками. По-перше, необхідність у козиному молоці пов'язана з його високими харчовими та дієтичними властивостями, що підтверджується багаторічними медичними дослідженнями, по-друге, з розвитком молочного козівництва вирішується проблема зайнятості сільського населення, розширюється можливість використання більш різноманітного та дешевого набору кормів [5].

У перспективі козівництво буде розвиватися в тому числі на базі особистих селянських господарств та фермерських господарств. Молочне козівництво ідеально вписується в проекти соціального розвитку села та забезпечення зайнятості сільського населення. Основна перевага цієї галузі – відносно менші, порівняно з молочним скотарством, капітальні витрати та швидка окупність інвестицій [6].

В Україні налічується близько 300 господарств з різними формами власності, що спеціалізуються з розведення кіз, що недостатньо для усунення дефіциту в продуктах з козиного молока.

Продукція козівництва – це важливе джерело цінних харчових продуктів та сировини для різних галузей промисловості. З кожним роком зростає інтерес споживачів до козиного молока і продукції з нього. З козиного молока виготовляють сири (рокфор, курт, бринзу та інші), масло, молочнокислі продукти (айран, мацоні, кисле молоко тощо) [7].

Надзвичайно актуальним є використання продуктів з козиного молока, як імпортозамінюючих, у харчуванні дітей раннього віку, із захворюваннями на харчову алергію та для організації оздоровчого харчування дітей у дошкільних та шкільних закладах, розширення ринку молочних продуктів для населення інших вікових категорій.

Особливості козиного молока у порівнянні з іншими видами тварин

У світовій практиці простежується тенденція заміни коров'ячого молока на козине. Козине і овече молоко – важливий атрибут харчування багатьох народів Європи, Азії, країн Близького Сходу. Впродовж останніх років, в Україні спостерігається позитивна тенденція до зростання поголів'я дрібної рогатої худоби. Близько 80% усього поголів'я овець і кіз утримуються, у фермерських господарствах та господарствах населення різних форм власності. Найчисельнішим є поголів'я кіз і овець у Закарпатті, Одеській, Івано-Франківській, Полтавській областях [8].

В останні роки такі фактори, як соціологічні та економічні, набули суттєвого впливу на харчову промисловість і, в результаті цього, з'явилися нові

продукти з характеристиками за вимогами маркетингу. Слід мати на увазі, що козине молоко має значні переваги над коров'ячим, є цінним молочним продуктом і невід'ємною частиною здорового харчування, застосовується в якості поживного джерела для немовлят і дітей, а також як функціональне харчування. Крім того, існує думка, що кози, споживаючи велику кількість природних рослин протягом усього року, є потенційно недооціненою «скарбницею», щодо зміцнення здоров'я людини [9].

Хімічний склад козиного молока не є постійним і залежить від багатьох факторів: від породи, віку і здоров'я тварини, періоду лактації, умов утримання та годівлі. В козиному молоці в середньому: сухих речовин – 13,4%; жиру – 4,4%; загального білку – 3,3%, у тому числі казеїну – 2,6%; альбуміну – 0,7%; молочного цукру – 4,9%; мінеральних речовин – 0,8%. Однією з особливостей козиного молока є те, що його жирові кульки, порівняно з аналогічним показником коров'ячого молока, мають дрібнодисперсну структуру. Жир козиного молока містить кон'югована лінолеву кислоту, яка відіграє важливу роль у профілактиці ожиріння, атеросклерозу, деяких онкологічних захворювань, алергії. Амінокислотний склад білків козиного молока близький до амінокислотного складу білків жіночого молока, проте міцели казеїну в ньому крупніші, порівняно з жіночим і коров'ячим молоком [10].

Дослідження, проведені в XX столітті, збільшили знання про основні й унікальні особливості складу козиного молока [1]. Відсоток загального вмісту жиру в козиному і коров'ячому молоці дуже схожий, і склад жирних кислот залежить в значній мірі від складу раціону у обох видів тварин. Дві характеристики жиру козиного молока мають важливе значення для виробництва. Одна них, це менший розмір жирових кульок в козиному молоці в порівнянні з коров'ячим. У обох видів тварин розмір жирових кульок від 1 до 10 мкм, але кількість жирових кульок розміром менше 5 мкм в коров'ячому молоці 60%, тоді як в козиному – приблизно 80%. Ця різниця призводить до більш м'якої текстури продуктів з козиного молока, хоча це і робить виробництво козиного вершкового масла важким. Другою особливістю є склад жирних кислот козиного молока. Жир містить більш високу частку середньоланцюгових жирних кислот, тобто капронову, каприлову і капринову, які частково відповідальні за характерний «козиний» запах молока [9].

Як і у корів, лактоза є основним вуглеводом козиного молока. Козине молоко дійсно містить менше лактози, ніж коров'яче молоко (в середньому 4,1% проти 4,7%), але воно не може розглядатися в якості дієтичного рішення для людей, які страждають від непереносимості лактози.

Вміст мінералів козиного молока варіюється від 0,70 до 0,85%. У порівнянні з коров'ячим і жіночим молоком, козине молоко містить більше кальцію, фосфору і калію. Вміст вітамінів схожий у козиному, коров'ячому і жіночому молоці [9].

Міцели казеїну в коров'ячому молоці менше (60–80 нм) в порівнянні з міцелами козиного молока, розмір яких від 100 до 200 нм. Ще одна важлива відмінність між видами є рівень α_{s1}-казеїну. Рівень α_{s1}-казеїну в козиному молоці від 0 до 7 г/л. Ця мінливість пов'язана з поліморфізмом всередині гена

α_{s1}-казеїну, що дуже поширено у кіз [11]. Отже, порівняно з коров'ячим у фракційному складі білків козиного молока спостерігається знижений вміст альфа-1s-казеїну (що сприяє гіпоалергенності), підвищений вміст бета-казеїну (впливає на швидкість утворення в шлунку дрібнодисперсного легкозасвоюваного згустку) та високий ступінь дисперсності жирової фази [12]. Саме альфа-1s-казеїн є основним джерелом алергічних реакцій людей на коров'яче молоко. Козине молоко, як і жіноче, містить бета-казеїн. Білки козиного молока, через підвищений вміст у них альбумінів, згортаються в дрібні пластівці та легко засвоюються. У такому вигляді організм набагато простіше засвоює молочні білки, на відміну від білків коров'ячого молока, які всмоктуються у незмінному вигляді. Засвоєння козиного молока відбувається на 94–98%. За властивостями воно наближене до жіночого молока, оскільки білки і жири козиного молока краще засвоюються організмом людини [10]. Козине молоко переважає коров'яче за вмістом жиру, білка, кальцію, вітамінів, характеризується високими смаковими якостями і підвищеними бактерицидними властивостями [13].

Люди, що мають алергію на коров'яче молоко, як правило, непогано переносять козине, яке є хорошим профілактичним і лікувальним засобом при шлунково-кишкових захворюваннях. Встановлений високий вміст селену в козиному молоці (0,13 мг/кг), що є певним рішенням проблеми недоліку селену в раціоні людей. Численними дослідженнями встановлено, що селен володіє протираковою активністю, спільно з вітаміном Е стимулює утворення антитіл і фагоцитів.

Козине молоко за біохімічними характеристиками краще підходить для засвоєння організмом людини, ніж коров'яче. При переробці козиного молока на сир і кисломолочний сир спостерігаються більш значні втрати молочного жиру і білка з сироваткою порівняно з втратами цих компонентів, характерними при переробці коров'ячого молока. При оцінці козиного молока-сировини переробним підприємствам слід враховувати його відмінності від встановлених параметрів для коров'ячого молока: більш високий вміст соматичних клітин; низьку точку замерзання; невідповідність по алкогольної пробі групам термостійкості коров'ячого молока.

Овече молоко за хімічним складом і фізичним властивостям має також переваги перед коров'ячим: містить у півтора рази більше білка (до 6–7%), у 1,4 – сухої речовини, у 1,8 раза – жиру, калорійність є вищою, більше вітамінів А, B_1, B_{12}. Деякі вчені зазначають, що вміст жиру у молоці окремих порід овець сягає 10 % [14].

Основне використання овечого та козиного молока в світі – це виготовлення сиру на рівні ферм або в невеликих місцевих сироварнях в європейських країнах Середземномор'я і Південно-Східної Європи; хоча деякі великі заводи з виготовлення сиру знаходяться, в основному, в Західній Європі. Якість молока для сироваріння істотно залежить від його фізико-хімічного складу, санітарно-гігієнічних показників (кількості бактерій, КСК і ін.) [15].

У порівнянні з вівцями і коровами, кози мають більш низький рівень плазміногену [16]. Кози менше, ніж корови і вівці піддаються зовнішнім

стресам через відсутність плазміногену для відповіді. Дійсно, *Shamay A. і ін*. показали, що кози протистоять набагато більш високим дозам дексаметазону (потужний аналог гормону стресу, кортизолу), ніж тих препаратів, які використовуються, щоб пригнічувати секрецію молока в молочних корів [17]. На додаток до всього, кози виявилися найбільш толерантним видом жуйних щодо фізіологічних маніпуляцій (низька частота доїння), внутрішньовим'яної інфекції і зовнішніх або емоційних стресів, які знижують секрецію молока. Ці переваги пояснюються їх унікальними морфологічними і фізіологічними особливостями [9].

Особливості складу козиного молозива

Від молока молозиво кіз відрізняється високим умістом білків, вітамінів, мінералів, лактоферину, лізоциму, антимікробних пептидів, імуноглобулінів Ig G1, Ig G2, які забезпечують пасивний імунітет для новонароджених [18]. Вміст білкових сполук різко падає з кожним надоєм, і приблизно до 4–6 дня наближається до кількості білка в нормальному молоці. Білкові сполуки надають молозиву в'язкість, воно більш густої консистенції, а густина може бути до 50°А. Жиру в молозиві стільки, скільки і в молоці. В молозиві перших надоїв титрована кислотність висока і доходить до 35–50°Т, що позитивно впливає на функції шлунково-кишкового тракту новонародженого. Молозиво у чистому вигляді та при додаванні в молоко непридатне для переробки на молочні продукти. Воно набуває складу молока через 5–10 діб після окоту.

Однією з важливих умов вигодовування молодняку є перша годівля молозивом якомога швидше після народження [19].

На жаль, відсутні українські публікації, присвячені вивченню імуноглобулінів у козиному молозиві, але декілька іноземних вчених вважають цю проблему актуальною. На думку *O'Rourke J.* і *Barrington G.,* кількість імуноглобулінів G залежить від порід кіз. Більш значна кількість буде міститись у молозиві кіз м'ясного напрямку ніж молочного. Однак, на відміну від корів, не спостерігається залежності між масою молозива першого надою і концентрацією Ig G у ньому. Також у молочних кіз не виявлено зв'язку між кількістю окотів та концентрацією Ig G. При дослідженні встановлено, що кількість козенят в окоті та вік кози суттєво не впливають на концентрацію Ig G в молозиві [20]. Індійські вчені також підтвердили, що порода має істотний вплив на хімічний та імунологічний склад молозива [21]. Але за іншими даними – кількість імуноглобулінів в молозиві залежить від числа лактацій. У кози 1–3 лактації в молозиві першого удою їх рівень на 10–30% менше, ніж у кози 4–5 лактації. *A. Fernández ma ін.* займалися термічною обробкою козиного молозива з метою руйнування вірусу артриту енцефаліту, і довели, що концентрація Ig G в необробленому молозиві становить 19,97 г/л, в той час як в молозиві після нагрівання – 14,13 г/л [22].

Не було виявлено жодних істотних варіацій, пов'язаних з порами року, але зміни в концентрації, особливо Ig G1 в сироватці крові, відбуваються в дородовий і післяродовий періоди. У козиному молозиві концентрація Ig G становить у 2,4–2,8 раза більше, ніж у сироватці крові [23]. За висновками

Maunsell F.P., органолептичні показники, об'єм першого надою, вміст жиру в молозиві, кількість соматичних клітин, вік тварини, тривалість сухостійного періоду тощо не можуть бути використані для точного передбачення якості молозива [24].

Бактеріологічне забруднення молока і термін зберігання в Україні і за кордоном

Наріжним каменем адаптації вітчизняної молокопереробної промисловості до європейських стандартів є значні відмінності в рівнях показників якості молока. Стандарти на молочну сировину, яку закуповують у сільськогосподарських товаровиробників України, не відповідають стандартам європейських країн. Коров'яче молоко, яке за українськими стандартами відповідає першому ґатунку, згідно з вимогами Європейського Союзу, взагалі не приймається на переробку [25]. З метою гармонізації вітчизняних та міжнародних вимог до показників якості та безпечності молока у зв'язку з приєднанням нашої держави до Світової організації торгівлі було затверджено зміну до ДСТУ-97, яким введено новий ґатунок «екстра» з вмістом бактерій ≤ 100 тис. КУО/см^3. Але отримати молоко такої якості можливо тільки на високотехнологічних фермах.

У Європейському Союзі за Регламентом 853/2004 сире коров'яче молоко при температурі 30 °С повинно мати загальне мікробне забруднення (КМАФАМ) ≤ 10^5 бактерій і ≤ 400 тисяч соматичних клітин у мілілітрі. Для сирого молока інших видів тварин встановлені тільки критерії кількості мікроорганізмів: ≤ 1500 тис./см^3, коли процес переробки включає пастеризацію і ≤ 500 тис./см^3 без подальшої термічної обробки молока. Відсутність конкретних критеріїв щодо КСК для козиного молока відбувається через їх високу мінливість, навіть у здорових тварин, і тому, що відносини між бактеріальним забрудненням і соматичними клітинами ще повністю не з'ясовані [26].

Вчені України і далекого зарубіжжя вивчають проблему зниження бактеріального забруднення молока корів і кіз, визначають вплив різноманітних факторів на показники безпечності. Наприклад, *Тишківська Н. В. та ін.* довели, що КМАФАнМ у молоці корів вірогідно корелює із кількістю соматичних клітин у ньому [27]. Але цього не можна напевно сказати про козине молоко. На думку *Maurer J. та ін*. у молоці кіз з віком, наприкінці лактації й під впливом інших факторів кількість соматичних клітин збільшується навіть без участі інфекційних агентів [14]. *J. K. Kyozaire* також відмічає відсутність вірогідної залежності кількості соматичних клітин від наявності мікроорганізмів у козиному молоці [28]. Бразильські вчені вивчали вплив сезону року і типу доїння на фізико-хімічний склад і кількість соматичних клітин збірного молока кіз [29].

Визначений вплив на якість молока ретельної обробки вим'я корів хлораміном Б, дезінфекції доїльного устаткування, вибракування молока, отриманого від хворих на мастит корів та фільтрування. Запропоновано використовувати 1% розчин дезмолу, лавсанові фільтри замість бавовняних для

зменшення бактеріологічного забруднення молока і збільшення терміну його зберігання [30].

Вітчизняні науковці пропонують додавати лізоцим в молоко для збільшення терміну зберігання і поліпшення функціональних властивостей питного пастеризованого молока [31]. На думку *Mohamed H. та ін.,* застосування лактопероксідазної системи ензимів (LPS) пригнічує ріст і розмноження мікроорганізмів і подовжує термін придатності козиного молока в умовах Судану [32].

Результати досліджень. Обробка статистичних даних французької лабораторії за період двох років

Метою дослідження було порівняння показників коров'ячого і козиного молока за результатами аналізів французької лабораторії за період двох років. Дослідження проводились у лабораторії LILCO (Laboratoire Interprofessionnel Laitier du Centre Ouest – Міжпрофесійна лабораторія молока центру і заходу), м. Сюржер, Франція, наприкінці 2014 року підчас стажування. LILCO – одна з 16 лабораторій з контролю якості молока у Франції, обслуговує приблизно 3500 фермерів, які утримують корів і 1700 фермерів, які отримують молоко від кіз у 10 областях, 30 районах, 6 молочних басейнах. У лабораторії визначають у молоці корів і кіз жир, білок, соматичні клітини, температуру замерзання, ліполіз, мікробне забруднення, інгібітори, маслянокислі бактерії та ін., за день досліджують 16 тис. проб. Лабораторія за рік аналізує більше 3,5 млн проб молока для визначення жиру, білку, кількості соматичних клітин. У кожного виробника молока лабораторія аналізує 3 проби в місяць. Залежно від результатів аналізу за місяць лабораторія формує ціну, яку молокопереробне підприємство заплатить фермеру за молоко [33].

Середні значення за місяць відображені у *графіках 1–6*, причому *«n»* представлене сумою досліджених проб коров'ячого і козиного молока протягом місяця. Кількість проб козиного молока приблизно в 4 рази менше ніж коров'ячого, причому переважна більшість проб – індивідуальних (від окремих тварин).

Всупереч поширеній думці, вміст жиру в молоці корів у Франції вищий, ніж у кіз (*рис. 1*).

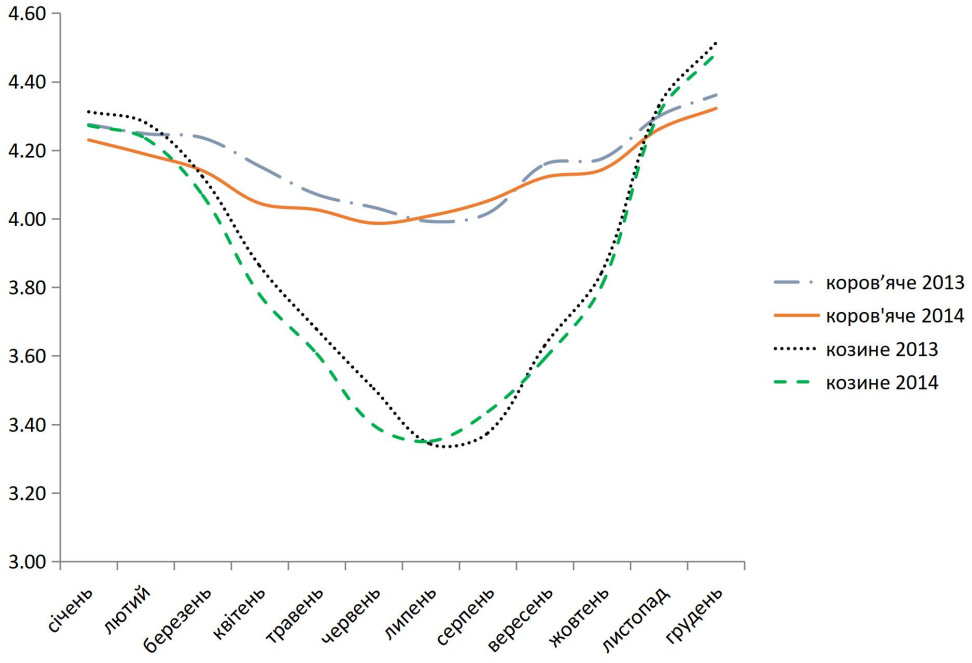


Рис. 1. Вміст жиру в молоці корів і кіз за 2 роки (%, n~292 тис. проб на місяць)

За статистичними даними двох років, вміст жиру у січні, лютому і листопаді знаходиться майже на одному рівні 4,2–4,3% у молоці корів і кіз.

Лише у грудні жирність козиного молока вище ніж коров’ячого (4,5 проти 4,3%). З березня по липень вміст жиру у молоці обох видів тварин поступово знижується, але у кіз це відбувається дуже кардинально – до 3,3–3,4%, в той час як у корів рівень жиру «опускається» ледве нижче 4%. Таким чином, жирність молока у кіз піддається більшим коливанням протягом року ніж у корів.

За отриманими даним вміст жиру в молоці корів у Франції виявився вище ніж у кіз. Такий висновок збігається з результатами *Maurer J. і ін.*, які відмічають, що склад козиного молока схожий на коров'яче молоко, хоча в молоці кіз менший вміст жиру, білка і лактози, порівняно з коров'ячим молоком [14]. Але деякі вітчизняні вчені вважають, що козине молоко порівняно з коров’ячим має вищий вміст сухої речовини, жиру і білка [10; 13]. На нашу думку, ці розбіжності пояснюються високим вмістом жиру в коров’ячому молоці в розвинутих європейських країнах (4% і вище) і високотехнологічними товарними козиними фермами. В таких підприємствах від кіз отримують велику кількість молока з відносно невеликою жирністю. Більшість кіз в Україні утримують в присадибних господарствах, де від тварин отримують невелику кількість молока, але з жирністю 3,8% і вище [34].

Що стосується вмісту білку у молоці (*рис. 2*), то цей показник у корів знаходиться майже на одному рівні (3,30%) протягом року, знижуючись дещо до 3,25–3,21% у червні-липні і поступово підвищуючись починаючи з жовтня до 3,46% у грудні. Вміст білка у козиному молоці піддається більшим

коливанням протягом року ніж у коров'ячому. У січні з 3,65% цей показник поступово знижується до 3,10–3,16% у червні – липні, а потім «впевнено» збільшується до 3,88% у грудні.

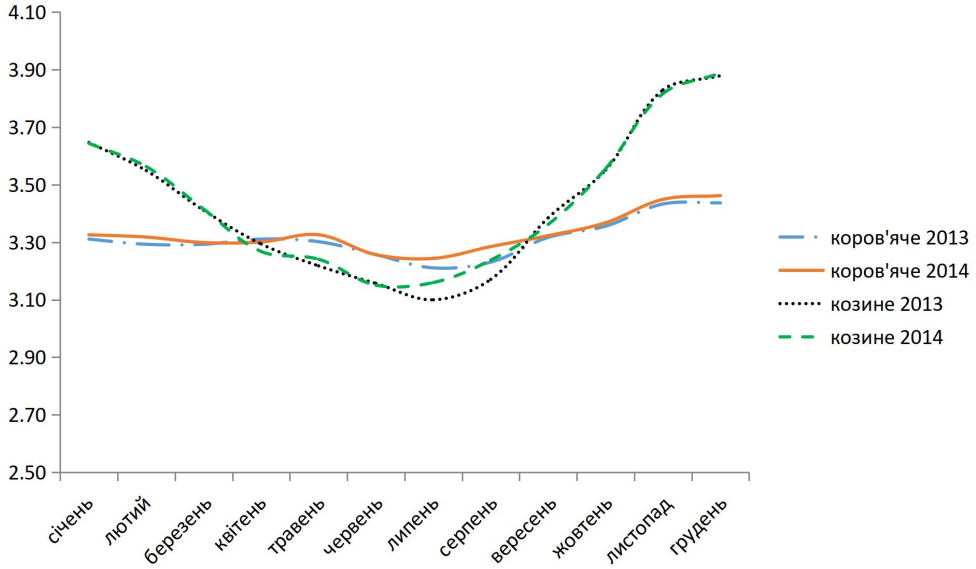


Рис. 2. Вміст білка в молоці корів і кіз за 2 роки (%, n~292 тис. проб на місяць)

При недотриманні технології одержання, порушенні санітарно-гігієнічних умов виробництва молоко та молочні продукти можуть бути небезпечними для здоров'я споживачів. Контроль соматичних клітин – невід'ємна частина виробництва якісного молока. Вміст соматичних клітин в молоці корів суттєво відрізняється від цього показника у кіз (*рис. 3*).

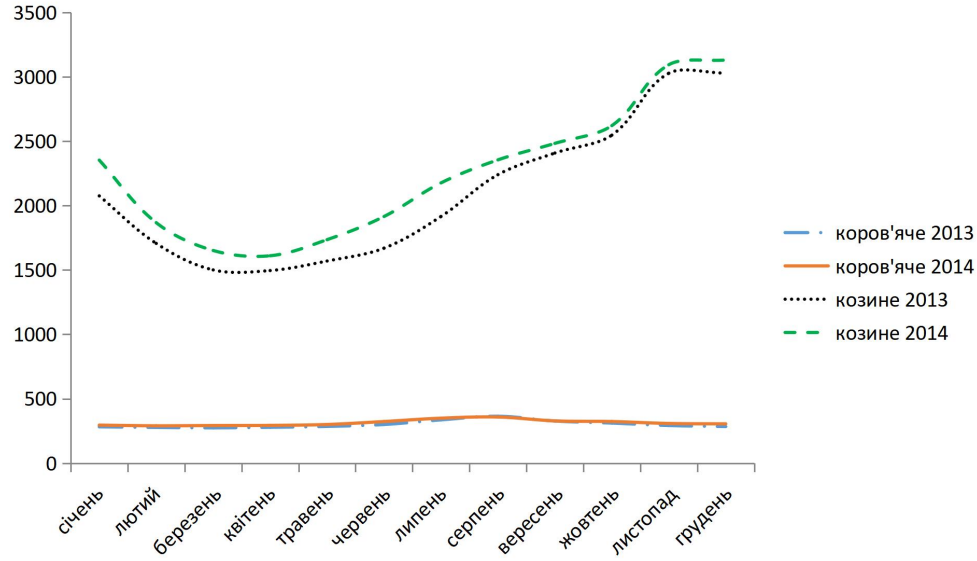


Рис. 3. Кількість соматичних клітин у коров'ячому і козиному молоці за 2 роки (тис./см^3, n~293 тис. проб на місяць)

Протягом року кількість соматичних клітин у коров'ячому молоці знаходиться на постійному рівні. Мінімальний показник відмічений у лютому – березні: у 2013 році – 277 і 274, у 2014 р. – 290 і 292 тис./см^3 відповідно. Максимальна кількість соматичних клітин у молоці корів зафіксована у 2013 і 2014 роках у серпні – 364 і 358 тис./см^3 відповідно. Зовсім по-іншому виглядять зміни цього показнику у кіз. Мінімальний показник відмічений у квітні: у 2013 році – 1496, і 1611 тис./см^3 – у 2014 р. Починаючи з травня рівень соматичних клітин у молоці кіз поступово збільшується до 3030–3132 тис./см^3 у грудні.

Таким чином, у Франції з вересня по грудень на молокопереробні підприємства здається козине молоко з кількістю соматичних клітин у 10 разів більше, ніж у коров'ячому (*рис. 3*). Якщо у Франції кращим коров'ячим молоком вважається з кількістю соматичних клітин ≤ 250 тис./см^3, то цей показник для козиного молока ≤ 1 млн/см^3. За середнім показником цей рівень не досяжний – у Франції підвищену КСК називають головною проблемою козиного молока. Згідно стандартів України для вищого ґатунку коров'ячого молока дозволяється до 400 тисяч соматичних клітин, а для козиного – до 500 тис./см^3. Потрібно переглянути вимогу українського стандарту для вищого ґатунку козиного молока [35–37].

Прийнято вважати, що чим більша кількість соматичних клітин у молоці, тим більше бактеріальне забруднення. Але тенденції графіків на *рис. 3* і *4* не співпадають.

Бактеріальне забруднення коров'ячого молока у середньому 22–24 тис. КУО/см^3 протягом року (*рис. 4*).

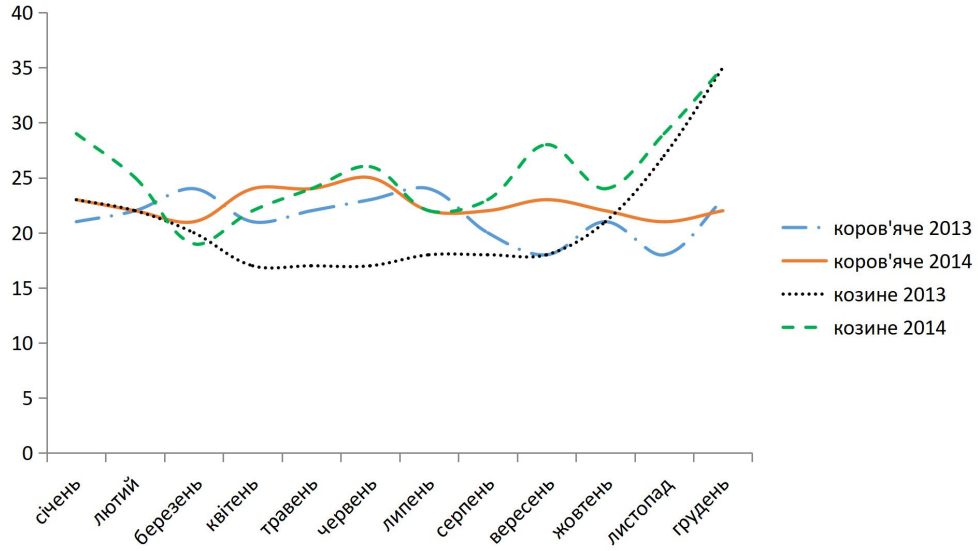


Рис. 4. Бактеріальне забруднення коров'ячого і козиного молока за 2 роки (тис. КУО/см^3, n~16 тис. проб на місяць)

Максимальні показники відмічені у 2013 році у березні і липні – 24 тис. КУО/см^3, у 2014 році – у червні – 25 тис. КУО/см^3. Мінімальне бактеріальне обсіменіння молока спостерігалося у 2013 р. у вересні і листопаді

– 18 тис. КУО/см^3, у 2014 р. у березні і листопаді – 21 тис. КУО/см^3. Як бачимо, протягом року коливання відбуваються незначні, і наприкінці року, що досить часто співпадає з закінченням лактації, мікробне обсіменіння молока знаходиться на середньому рівні.

Зовсім інша тенденція спостерігається у козиному молоці. Як видно з *рис. 4,* коливання протягом року досить суттєві.

Діапазон змін бактеріального забруднення козиного молока від 17 до 35 тис. КУО/см^3 (більше ніж удвічі). Максимальні показники відмічені наприкінці року, що співпадає з максимальною кількістю соматичних клітин наприкінці лактації (*рис. 3, 4*). Мінімальне мікробне забруднення козиного молока у 2013 році спостерігали з квітня по червень – 17 тис. КУО/см^3, у 2014 р. – у березні – 19 тис. КУО/см^3.

Зростання рівня соматичних клітин у козиному молоці з травня місяця (*рис. 3*) не знаходить підтвердження на *рис. 4* – зростання бактеріального забруднення у 2013 році відбувається тільки з жовтня. Але можна стверджувати, що з січня по березень відбувається поступово зменшення як кількості соматичних клітин, так і бактеріального забруднення козиного молока. Щодо коров'ячого молока, то обидва показники знаходяться на досить постійних рівнях протягом року без суттєвих коливань порівняно з козиним молоком. Але зменшення бактеріального забруднення коров'ячого молока у липні – серпні (*рис. 4*) не співвідносяться з максимальною за два роки кількістю соматичних клітин у серпні 364 тис/см^3 *(рис. 3*). Таким чином, твердження, що кількість соматичних клітин у молоці корелює з бактеріальним забрудненням, вірне лише частково.

Показники кріоскопії, представлені на *рис. 5*, досить чітко показують видові відмінності температури замерзання коров'ячого (близько -0,52 °С) і козиного молока (близько -0,55 °С).

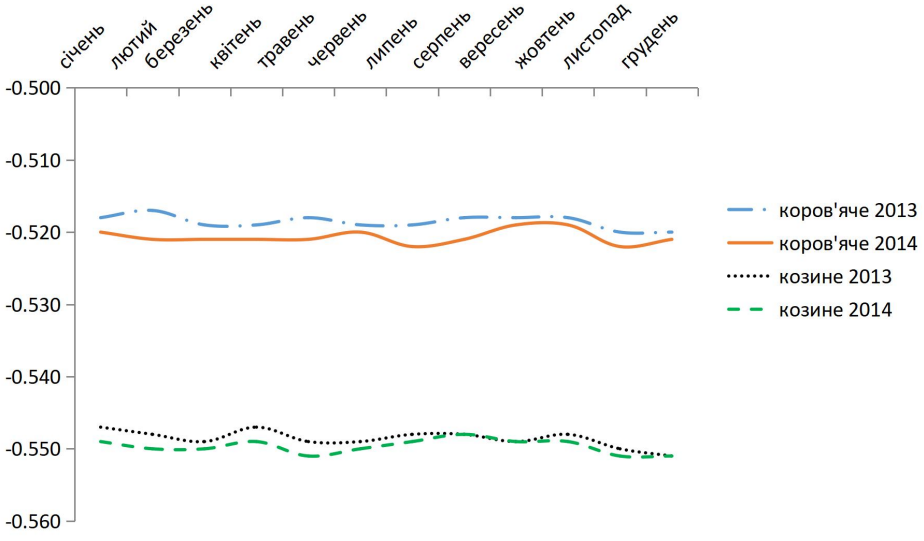


Рис. 5. Температура замерзання коров'ячого і козиного молока за 2 роки (°С, n~18 тис. проб на місяць)

Діапазон коливань температури замерзання коров'ячого молока за два роки від -0,517 °С до -0,522 °С, козиного молока – від -0,547 °С до -0,551 °С.

Відмічено, що зміни температури замерзання як коров'ячого, так і козиного молока протягом року коливаються у межах 0,004–0,005 °С, тобто є досить постійним показником.

Кріоскопію молока у LILCO проводять тричі в місяць від кожного виробника, для козиного молока референтне значення не встановлене. Що стосується референтного значення коров'ячого молока, то за європейською вимогою, воно ≤ -0,52 °С, але у Франції ≤ -0,502 С. Взагалі, за Директивою Євросоюзу мікробне обсіменіння коров'ячого молока допускається до 100 тис./см^3, але за французькими вимогами – до 50 тис./см^3. За європейською вимогою кількість соматичних клітин повинна бути ≤ 400 тис./см^3, але у Франції цей рівень ≤ 250 тис./см^3 у коров'ячому молоці.

Прилад MilkoScan, який визначає температуру замерзання, аналізує також ліполіз в коров'ячому молоці. Референс-метод (арбітражний) при цьому – метод омилення міді, проводиться за допомогою кварцових планшетів, рівень ліполізу визначається на спектрофотометрі. Ліполіз коров'ячого молока визначають протягом всього року, у кожного виробника мінімум 3 рази на місяць, вимога – ≤ 0,89 мг еквівалент/100 г жиру.

Рівень ліполізу в козиному молоці у Франції аналізують тільки з березня по вересень мінімум 1 раз на місяць у кожного фермера і тільки референс-методом, вимога по козиному молоку складає ≤ 0,77 мг еквівалент/100 г жиру.

Рівень ліполізу у козиному молоці наростає з березня по червень, а потім поступово знижується до останнього місяця досліджень (*рис. 6*).

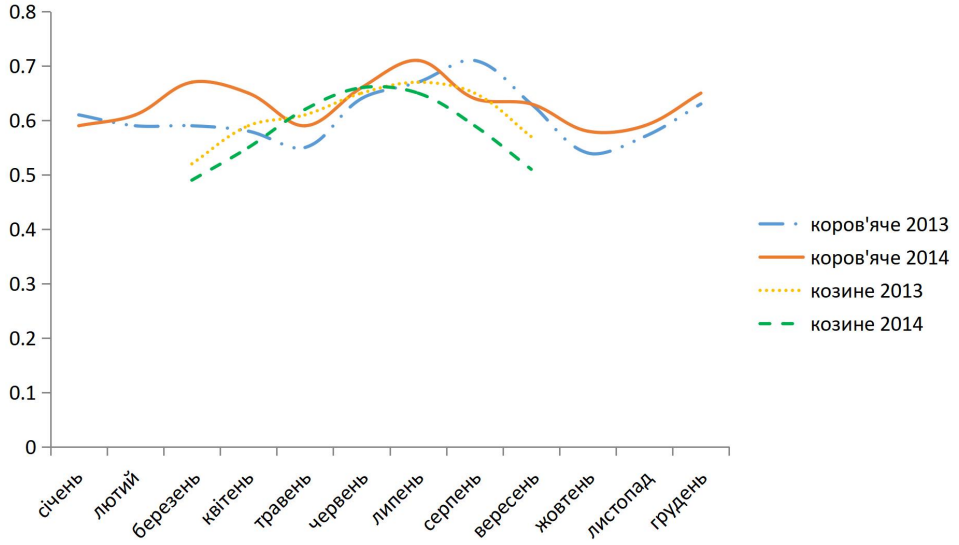


Рис. 6. Ліполіз коров'ячого і козиного молока за 2 роки (мг еквівалент/100 г жиру, n~14 тис. проб на місяць)

Мінімальні значення ліполізу коров'ячого молока відмічені у травні і жовтні, максимальні – у серпні 2013 р. і липні 2014 р. Показник ліполізу молока

дуже важливий для характеристик сиру, тому він обов'язковий при аналізі молока у Франції, країні з найбільшою кількістю видів сирів.

Отже, за результатами обробки статистичних даних французької лабораторії LILCO виявлено, що показники коров'ячого молока більш стабільні протягом року, а коливання в козиному молоці досить суттєві. Всупереч поширеній думці, вміст жиру в молоці корів у Франції вище ніж у кіз. Показники жиру і білка коров'ячого молока перебувають майже на постійному рівні протягом року, в козиному молоці ці показники кардинально знижуються влітку.

Кількість соматичних клітин у коров'ячому молоці протягом року становить, в середньому 307 ± 5 тис./см^3; в козиному – 2175 ± 109 тис./см^3 (найменший рівень близько 1,5 млн/см^3 у березні, а в грудні – вдвічі більше).

Бактеріальне забруднення коров'ячого молока у середньому 22–24 тис. КУО/см^3 протягом року. Діапазон змін бактеріального забруднення козиного молока від 17 до 35 тис. КУО/см^3. КСК (кількість соматичних клітин) у молоці не корелює з бактеріальним забрудненням, особливо у кіз.

Температура замерзання коров'ячого молока близько -0,52 ^{o}C, козиного – близько -0,55 ^{o}C. Рівень ліполізу у козиному молоці наростає з березня по червень (до 0,67 мг еквівалент/100 г жиру), а потім поступово знижується до вересня. Показник ліполізу у коров'ячому молоці коливається в межах 0,55-0,71 мг еквівалент/100 г жиру.

У лабораторії LILCO не визначають густину, тому що цей показник вважають неінформативним. Для визначення фальсифікації молока водою використовують температуру замерзання. Кислотність молока також не визначають, тому що всі фермери мають танки-охолоджувачі, і збір молока відбувається згідно графіку.

Моніторинг показників якості та безпечності козиного та коров'ячого молока в Україні

Аналіз показників молока корів та кіз в Україні

Завданням досліджень було проаналізувати показники безпечності молока корів та кіз; визначити кількість соматичних клітин у молоці залежно від часу надою; встановити зміну кількості соматичних клітин при нагріванні молока. Матеріалом дослідження було молоко корів та кіз, придбане на ринках м. Дніпро у 2012 році. Всього було досліджено 37 проб молока, з яких 14 проб – це молоко кіз, і 23 проби – молоко корів.

У досліджуваних пробах молока визначали органолептичні показники, кислотність, густину, і кількість соматичних клітин – за допомогою віскозиметричного аналізатора «Соматос». При підвищеній кількості соматичних клітин проводили пробу з мастидином на субклінічний мастит. Кількість соматичних клітин у молоці порівнювали залежно від ранкового і вечірнього надоїв, тому що обмежені дані літератури про відмінності у кількості соматичних клітин між ранковим та вечірнім надоєм корів. Також відсутні дані про зміну цього показника підчас технологічної обробки молока на переробних підприємствах, тому вивчали вплив температури нагрівання молока на КСК

(визначали кількість соматичних клітин в молоці, потім після перемішування розподіляли об'єм молока на декілька проб, кожну пробу нагрівали до заданої температури, остуджували і визначали вміст соматичних клітин).

В результаті проведених досліджень молока з ринків м. Дніпро було встановлено, що за органолептичними показниками проби молока відповідали вимогам ДСТУ 3662-97 і ДСТУ 7006:2009.

Результати досліджень кислотності, густини та кількості соматичних клітин у молоці надані у *табл. 1*. Визначені показники кислотності козиного молока знаходилися в межах від 14 до 24°Т. Густина козиного молока склала від 27,1 до 31,5°А.

Показники кислотності і густини проб молока корів знаходилися у межах 16–18°Т і 26–32°А відповідно, що відповідає вимогам.

Таблиця 1

Показники молока, M ± m

Молоко тварин	Кислотність, °Т	Густина, °А	Кількість соматичних клітин, тис./см^3
кіз (n = 14)	18,6 ± 2,8	29,4 ± 1,6	592 ± 123*
корів (n = 23)	17,6 ± 1,7	28,6 ± 1,3	191 ± 30

Примітка: * P < 0,05 – вірогідна різниця між показниками коров'ячого і козиного молока

Кількість соматичних клітин в 1 см^3 збірного молока корів не повинна перевищувати 400 тис згідно ДСТУ 3662-97, якщо воно відноситься до вищого ґатунку. За отриманими результатами у молоці корів кількість соматичних клітин – 191 ± 30 тис./см^3.

Середньостатистичне відхилення дуже велике (592 ± 123 тис./см^3), тому що у середньому кількість соматичних клітин молока кіз, яке продається на ринках м. Дніпро від 130 до 617 тис./см^3. Також були виявлені 3 проби молока кіз з кількістю соматичних клітин від 1271 до 1454 тис./см^3, проба з мастидином – позитивна, проба відстоювання – негативна [38].

Якщо порівняти показник КСК між видами тварин, за нашими результатами КСК коров'ячого молока втричі менше показника козиного молока (P < 0,05).

Встановили залежність кількості соматичних клітин молока від часу надою (*рис. 7*). Помітно збільшення КСК у молоці вечірнього надою порівняно з молоком ранкового надою, що найбільш виражено в молоці кіз. Так молоко кіз ранкового надою має на 11% менше соматичних клітин, ніж вечірнього. А молоко корів ранкового надою має на 10% менше соматичних клітин порівняно з молоком вечірнього надою.

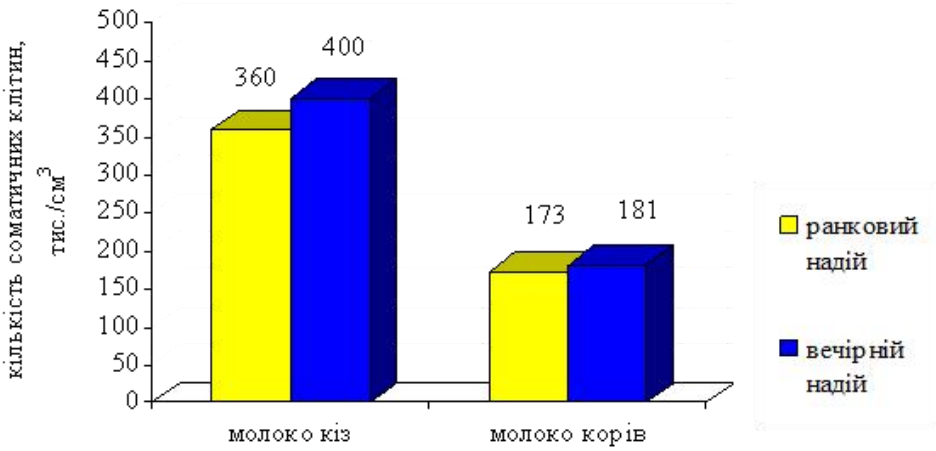


Рис 7. Кількість соматичних клітин у молоці корів та кіз залежно від часу надою

Окрім визначення кислотності, густини та вмісту соматичних клітин в дослідних пробах молока вивчали вплив температури нагрівання молока на кількість соматичних клітин (*табл. 2*).

Таблиця 2

Вплив температури нагрівання молока на КСК

Первинна кількість соматичних клітин, тис./см^3	Зміна кількості соматичних клітин (тис./см^3) при різній температурі нагрівання молока									
	42 °C	47 °C	49 °C	50 °C	55 °C	59 °C	60 °C	65 °C	70 °C	75 °C
118	-	-	< 90	-	-	-	-	-	-	-
383	104	97	-	-	< 90	-	-	-	-	-
396	-	-	-	272	223	-	174	111	< 90	-
617	-	-	521	-	-	-	-	-	-	-
1500	-	-	-	1275	-	414	-	251	181	< 90

Було встановлено, що при підігріванні молока до 42 °C соматичні клітини починають руйнуватися. Надалі, при подальшому підвищенні температури до 47, 49, 50, 54, 59, 65 °C кількість клітин в молоці все більше зменшувалась, навіть нижче чутливості віскозиметра (< 90 тис./см^3). Залежність кількості соматичних клітин від температури нагрівання. відображена на *рис. 8*.

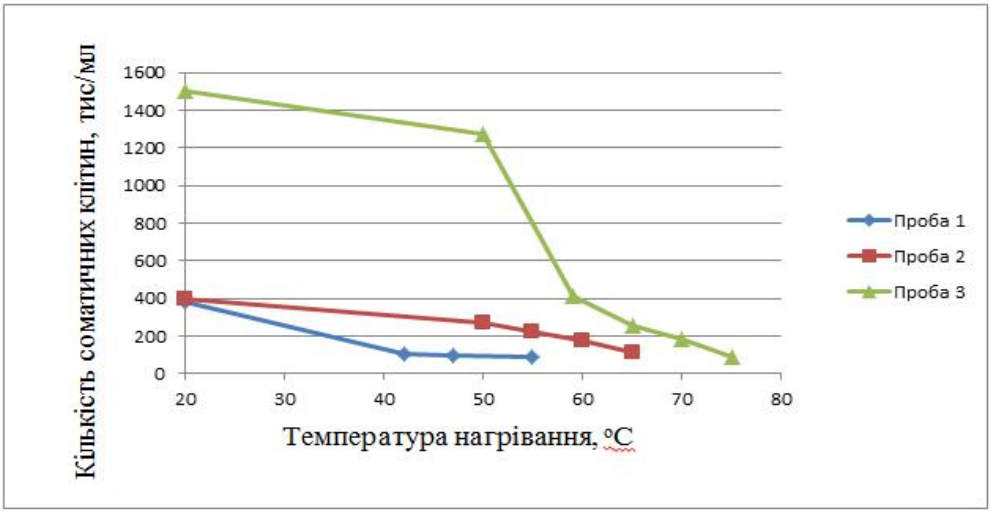


Рис. 8. Вплив температури нагрівання молока на кількість соматичних клітин

Підігрівання молока до 42 °С і вище призводить до зменшення КСК. Чим більшу КСК містить молоко, тим вища температура необхідна для руйнування соматичних клітин.

У подальших дослідженнях вивчали кількість соматичних клітин молока корів і кіз по сезонах і місяцях лактації тварин.

Посезонна динаміка кількості соматичних клітин у молоці корів та кіз

Завданням дослідження було дослідити кількість соматичних клітин молока корів та кіз за сезонами року.

Досліджували проби молока з присадибних господарств приватного сектора міста Дніпро і області. У досліджуваних пробах визначали органолептичні показники, кислотність, густину за загальноприйнятими методиками. Проводили тести на мастит з мастидином, у позитивному випадку підтверджували пробою відстоювання. Кількість соматичних клітин визначали за допомогою віскозиметричного аналізатора «Соматос».

В результаті проведених досліджень молока було встановлено, що за органолептичними показниками проби відповідали вимогам діючої нормативно-технічної документації. Колір молока у всіх пробах варіював від білого до жовтуватого; запах був приємний, специфічний для козиного чи коров'ячого молока, без сторонніх запахів, притаманний свіжому молоку; смак ледь солодкуватий, приємний, без сторонніх смаків. Консистенція молока однорідна, без слизу, пластівців білка, не тягуча.

Було встановлено сезонну динаміку таких показників як кислотність, густина та кількість соматичних клітин молока кіз (*табл. 3*).

За нашими дослідженнями кислотність козиного молока варіювала від 14 до 27 ° Т. Найнижча кислотність козиного молока відмічалась навесні, а найвищого рівня досягала восени (*табл. 3*).

Густина козиного молока складає 1027–1029 кг/м^3, що відповідає 27–29°А. За нашими дослідженнями густина варіювала від 25,6 до 35,4°А.

Таблиця 3

Результати сезонного дослідження молока кіз в Україні, M ± m

Сезон, кількість проб	Кислотність, °Т	Густина, °А	Кількість соматичних клітин (віскозиметричним методом), тис./см^3
Весна, n = 7	17,3 ± 2,7	29,7 ± 1,5	336 ± 77
Літо, n = 12	17,6 ± 2,8	29,2 ± 1,2	388 ± 50
Осінь, n = 53	21,8 ± 3,2	29,8 ± 1,9	265 ± 41
Зима, n = 6	21,3 ± 1,6	30,5 ± 1,0	451 ± 46*

Примітка: * P < 0,05 – вірогідна різниця між осіннім і зимовим показниками.

Найнижча кількість соматичних клітин відмічалася восени – 265,2 ± 40,7 тис./см^3. В холодну пору року, взимку, кількість соматичних клітин була найвищою та становила 451 ± 46 тис./см^3, що можна пояснити запуском кіз. Зимові місяці зазвичай співпадають з закінченням лактації, що свідчить про перехід молочної залози у стан функціонального спокою.

Сезонна динаміка показників коров'ячого молока представлена у *табл. 4.*

Таблиця 4

Результати сезонного дослідження молока корів в Україні, M ± m

Сезон, кількість проб	Кислотність, ^{0}Т	Густина, ^{0}А	Кількість соматичних клітин (віскозиметричним методом), тис./см^3
Весна, n = 15	17,2 ± 1,0	28,7 ± 1,1	112 ± 30
Літо, n = 14	15,1 ± 1,3	27,9 ± 1,1	34 ± 9
Осінь, n = 12	16,8 ± 1,2	28,4 ± 1,4	165 ± 8
Зима, n = 8	18,2 ± 1,3	28,9 ± 1,6	205 ± 67*

Примітка: * P < 0,05 – вірогідна різниця між літнім і зимовим показниками.

Норматив кислотності свіжого коров'ячого молока становить 16–18°Т. Влітку кислотність трохи занижена – 15,1 ± 2,3°Т. Такі показники можуть бути обумовлені якістю годівлі, переходом тварин на пасовищний період або додаванням до корму кальцієвих солей.

Густина свіжого коров'ячого молока коливається в межах 1027–1033 кг/м^3, що відповідає 27–33°А. Кількість соматичних клітин у молоці корів протягом року змінюється: влітку цей показник в 6 разів менше ніж взимку (P < 0,05). Кількість соматичних клітин у коров'ячому молоці екстра і вищого ґатунку до 400 тис./см^3, першого до 600 тис./см^3, другого до 800 тис./см^3 згідно з ДСТУ 3662-97 «Молоко коров'яче незбиране. Вимоги при закупівлі». За результатами досліджень всі проби відповідали вимогам до коров'ячого молока вищого ґатунку.

Посезонна динаміка кількості соматичних клітин в молоці корів та кіз представлена на *рис. 9*.

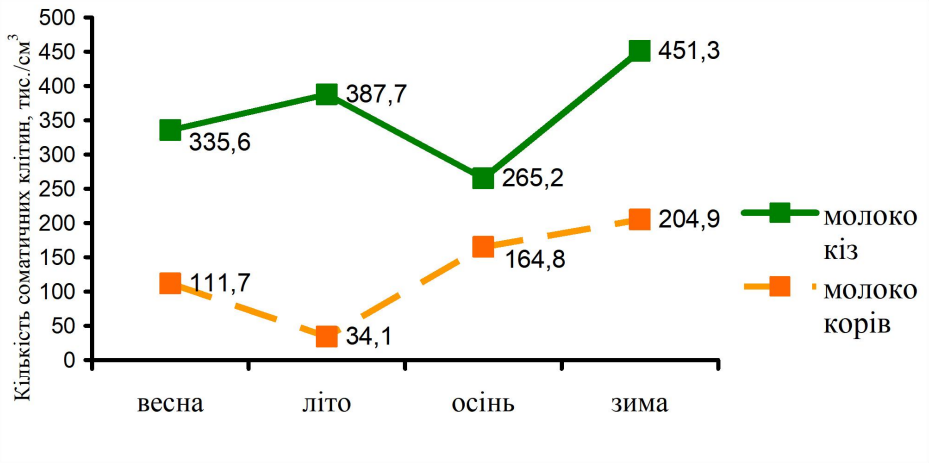


Рис. 9. Посезонна динаміка кількості соматичних клітин в молоці

Відмічено, що протягом року кількість соматичних клітин у козиному молоці вища ніж у коров'ячому. Найвищу кількість соматичних клітин у корів зазвичай реєструють влітку, що пов'язують з підвищеною температурою та вологістю навколишнього середовища, годуванням тварин на пасовищі, а можливо, що у приватному секторі перші місяці лактації припадають саме на кінець весни та літо. Навпаки, нашими дослідженнями встановлено, що найменша кількість соматичних клітин в молоці корів спостерігається влітку [39].

Найменша кількість соматичних клітин у молоці кіз зареєстрована восени та становить 265 тис./см^3, що в півтора рази нижче за зимові показники. Збільшення кількості соматичних клітин відбувається взимку, наприкінці лактації перед запуском.

Отже, відмічені значні коливання у показниках кислотності, густини та кількості соматичних клітин молока кіз протягом року. Показники кислотності козиного молока варіювали від 14 до 27 °Т, густини – від 25,6 до 35,4 °А. Найменша кількість соматичних клітин у молоці кіз відмічалася восени – 265 ± 41 тис./см^3, а взимку – в 1,7 раза більше ($P < 0,05$), що відповідає вищому ґатунку козиного молока згідно з «Молоко козине. Сировина. Технічні умови: ДСТУ 7006:2009» – до 500 тис./см^3. В коров'ячому молоці найбільша кількість соматичних клітин спостерігалася взимку – 205 ± 67 тис./см^3, що в середньому в 6 разів більше за літні показники ($P < 0,05$), але ці значення соматичних клітин відповідають ґатунку «екстра» для коров'ячого молока (до 400 тис./см^3).

Вплив часу надою, сезону на кількість соматичних клітин молока корів

Завданням досліджень було визначити кількість соматичних клітин та інших показників у молоці окремих корів залежно від сезону року, часу надою, також вивчити розподіл соматичних клітин у порціях молока під час доїння.

Матеріалом дослідження були індивідуальні проби молока від 4 корів у різний час надою, сезон року. Також досліджували різні порції молока під час одного доїння. Дослідження проводили щомісячно протягом двох років, всього

досліджено 79 проб молока. Доїння корів двократне ручне, утримання стійлово-пасовищне. Для дослідження відбирали середні проби молока ранкового та вечірнього надою об'ємом по 0,5 літра після ручного доїння власниками тварин. Визначали органолептичні показники, кислотність, густину за загальноприйнятими методиками.

Зміна показників молока дослідних корів за сезонами року представлена у *табл. 5.*

Таблиця 5

Результати сезонного дослідження молока корів, M ± m

Показники	Сезон, кількість проб			
	весна, n =20	літо, n =12	осінь, n =10	зима, n = 17
Кислотність, °Т	19,3 ± 0,5	18,0 ± 0,4	20,3 ± 0,1	20,5 ± 0,4
Густина, °А	29,5±0,4	26,8 ± 0,4	26,6 ± 1,2	29,6 ± 0,3
Кількість соматичних клітин, тис./см^3	249 ± 88	129 ± 29	347 ± 147	217 ± 31,4*
Білок, %	3,15 ± 0,08	2,96 ± 0,09	3,00 ± 0,09	3,12 ± 0,13
Жир, %	3,99 ± 0,42	3,97 ± 0,29	4,19 ± 0,61	3,17 ± 0,32
Температура замерзання, °С	-0,570 ±0,012	-0,524 ±0,001	-0,529 ±0,001	-0,543 ±0,001

Примітка : * P < 0,05 – вірогідна різниця між літнім і зимовим показниками.

Найбільша густина молока і найменша температура замерзання відмічалась у весняний і зимовий періоди. Густина молока або питома вага при 20°С коливалась від 26,6°А в осінній період і до 29,6°А взимку.

За результатами досліджень жирність молока весною та влітку коливалась від 3,99 до 3,97%. Висока температура в корівнику влітку інколи погіршує цей показник, під час літньої спеки жирність зазвичай знижується, але в нашому випадку цього не відбулося.

Взимку жирність молока була знижена. Це можна пояснити, тим що показник жиру тісно пов'язаний з рівнем і повноцінністю годівлі корови. Максимальна жирномолочність спостерігалась восени – 4,19%, а мінімальна – взимку – 3,17% відповідно.

Найбільші показники вмісту білка в молоці корів відмічені весною та в зимовий періоди: 3,15 і 3,12% відповідно. Найменші – літом та восени. Сезонність впливає і на співвідношення основних компонентів молока, від яких залежать його технологічні властивості.

Таким чином, за нашими дослідженнями вміст жиру в молоці восени на 1,02% більше ніж взимку, а білку – на 0,19% більше весною ніж влітку [40].

Досліджуване молоко за кількістю соматичних клітин відповідає вимогам ДСТУ 3662-97 (≤400 тис./см^3 для вищого ґатунку). Влітку цей показник нижчий на 40,9% порівняно з зимовим показником (P < 0,05).

Досліджували залежність кількості соматичних клітин від часу надою у 57 пробах молока протягом року (*табл. 6*).

Таблиця 6

Кількість соматичних клітин у молоці ранкового і вечірнього надоїв дослідних корів, тис./см^3, M ± m

Кличка корови, кількість проб	Ранок	Вечір
Юлька, n = 10	360,6 ± 229,6	164,6 ± 71,9
Галка, n = 6	626,0 ± 316,1	390,3 ± 52,6
Манька, n = 19	263,6 ± 79,6	306,7 ± 172,9
Ночка, n = 22	106,7 ± 31,7	105,4 ± 10,5
Середній показник	260,8 ± 60,5	201,9 ± 51,1

У попередньому дослідженні вказувалось, що молоко корів ранкового надою має на 10% менше соматичних клітин порівняно з молоком вечірнього надою, але достовірної різниці не виявлено. Зараз виявлена зворотна залежність, але знов між показниками відсутня статистична різниця. Попередні дослідження проводилися на 23 пробах молока, придбаного на ринках. Для з'ясовування проблеми теперішні дослідження проводили на 57 пробах молока від 4 окремих корів.

За отриманими даними цей показник у молоці ранкового надою склав 260,8 ± 60,5 тис./см^3, вечірнього – на 23% менше, таким чином, результати суперечні. Якщо подивитися кількість соматичних клітин в кожній тварині окремо, то бачимо, що у 3 корів з 4 вона увечері нижче ніж вранці, але вірогідної різниці не визначено, тому що протягом року цей показник, наприклад, у корови Ночки змінюється від 48 до 284 тис./см^3.

Таким чином, немає залежності кількості соматичних клітин від часу надою, показник може змінюватися протягом дня удвічі і більше.

Для вивчення розподілу соматичних клітин у порціях молока під час доїння відбирали проби на початку, у середині і під кінець доїння. Результати дослідження представлені у *табл. 7*.

На підставі результатів проведених досліджень було встановлено, що вміст соматичних клітин у молоці здорових корів протягом одного доїння змінюється.

За результатами наших досліджень тільки в двох пробах з десяти КСК наприкінці доїння вище, ніж на початку і всередині. В 5 пробах кількість соматичних клітин на початку доїння збільшується, а під кінець доїння зменшується. В двох пробах у середині доїння – найвищий показник, і в одній пробі – найменший. Більш того, навіть в однієї тварини (корова Ночка) протягом доби у ранковий і вечірній надій соматичні клітини розподіляються зовсім по різному, що ще раз доказує велику мінливість цього показника.

Таблиця 7

Кількість соматичних клітин у коров'ячому молоці різних порцій підчас доїння, тис./см^3

Час доїння		Манька 20.12.13	Манька 11.02.14	Ночка 20.12.13	Ночка 29.01.14	Юлька 11.02.14	Галка 11.02.14
Ранок	початок доїння			77	195	230	592
	середина доїння			71	265	174	380
	кінець доїння			125	391	160	317
Вечір	початок доїння	97	317	90	132	448	431
	середина доїння	85	460	216	167	293	317
	кінець доїння	82	708	81	97	265	258

Отже, при порівнянні показників козиного і коров'ячого молока в Україні відмічені значні коливання у показниках кислотності, густини та кількості соматичних клітин молока кіз протягом року. У молоці кіз середній показник кислотності 18,6 ° Т, густини – 29,4 ° А, соматичних клітин – 592 тис./см^3. Показники кислотності козиного молока варіювали від 14 до 27 ° Т, густини – від 25,6 ° А до 35,4 ° А. У молоці корів середній показник кислотності 17,6 ° Т, густини – 28,6 ° А, соматичних клітин – 191 тис./см^3. Щодо сезонних змін – найменша КСК в молоці кіз відмічалася восени – 265 ± 41 тис./см^3, а найбільша – взимку – 451 ± 46 тис./см^3 ($P < 0,05$). В коров'ячому молоці найбільша КСК спостерігалася взимку – 205 ± 67 тис./см^3, що в шість разів більше за літні показники ($P < 0,05$).

В іншому досліді КСК в коров'ячому молоці літом була також найменша – 128,5 ± 29,0 тис/см^3, що на 40,9 % нижче порівняно з зимовим показником ($P < 0,05$). Весною КСК майже удвічі вище літнього значення, а восени цей показник був найвищий – 347 ±147 тис./см^3. Найбільша густина молока і найменша температура замерзання відмічалась у весняний і зимовий періоди.

Молоко корів і кіз ранкового надою має на 10–11% менше соматичних клітин, ніж вечірнього. Але в іншому дослідженні у 57 пробах від 4 корів КСК у молоці вечірнього надою на 23% менше ніж ранкового, але вірогідної різниці не визначено. Не виявлено залежності КСК від часу надою, показник може змінюватися протягом дня удвічі і більше. Не виявлено чіткої закономірності розподілу соматичних клітин у порціях молока корів протягом доїння, для дослідження цього показника у молоці здорових корів необхідно відбирати середню пробу з надою.

Вплив кількості лактацій на показники молока корів і кіз

Виконали статистичний аналіз показників індивідуальних проб молока за період чотирьох лактацій від 17 кіз приватного підприємства «Укрсільгоспром» (м. Підгороднє Дніпропетровського району Дніпропетровської області), та

індивідуальних проб молока 10 корів голштинської породи демонстраційної ферми «Молочарське», яке розташоване у с. Олександрівка Покровського району Донецької області (*табл. 8*). КСК вимірювали методом проточної цитометрії.

Таблиця 8

Показники молока кіз і корів залежно від кількості лактацій в Україні, M ± m

Показники	Номер лактації			
	1	2	3	4
кози (n = 17)				
Жир, %	3,54 ± 0,21	3,45 ± 0,14	3,61 ± 0,21	3,73 ± 0,28
Білок, %	2,93 ± 0,04	3,02 ± 0,04	2,90 ± 0,06	3,17 ± 0,12
КСК, тис./см^3	712 ± 174	993 ± 241	880 ± 220	1092 ± 327
корови (n = 10)				
Добовий надій, кг	21,3 ± 1,1	26,1 ± 1,4^{*1-2}	27,3 ± 1,5^{*1-3}	24,7 ± 1,5
Жир, %	4,10 ± 0,14	3,94 ± 0,14	3,99 ± 0,21	3,80 ± 0,15
Білок, %	3,17±0,07^{*1-4}	3,11±0,08^{*2-4}	3,29 ± 0,09	3,46 ± 0,06
КСК, тис./см^3	37 ± 7	192 ± 74^{*1-2}	169 ± 56^{*1-3}	180 ± 62^{*1-4}

Примітка: * – P < 0,05; $^{1-2}$ – відношення показників між номерами лактацій.

За період з першої до третьої лактації виявлено підвищення продуктивності корів: зростання добового надою в 1,23 раза – в другу і в 1,28 раза – в третю відносно до першої лактації (P < 0,05).

З ростом організму корови відбувається і розвиток молочної залози, тому молочна продуктивність збільшується з першої по третю лактацію. На четверту лактацію в господарстві відбувалися проблеми з кормами, тому надій корів зменшився.

Показники вмісту жиру у молоці корів досліджуваної групи змінюються незначно, проте спостерігається зниження на 0,3% на четверту лактацію порівняно з першою, що можна пояснити наростанням молочної продуктивності за цей період. Уміст білка у молоці корів в четверту лактацію на 0,29 і 0,35% вище, ніж в першу і другу відповідно (P < 0,05).

Дані про молочну продуктивність кіз відсутні, але в молоці спостерігається збільшення масової частки жиру з кожною лактацією. З анамнезу відомо, що в господарстві відбулося суттєве покращення годівлі кіз в останні роки після наданих нами рекомендацій.

Як і у козиному молоці, у молоці корів досліджуваної групи виявлено мінливість показників кількості соматичних клітин. Найменша кількість соматичних клітин відмічена у першу лактацію, як і в козиному молоці. Вміст соматичних клітин у коров'ячому молоці 2-, 3-, 4-ї лактацій більший у 5,2, 4,6 і 4,9 раза відповідно від показника першої лактації (P < 0,05), але ці значення відповідають ґатунку «екстра» для коров'ячого молока (до 400 тис./см^3). Не виявлено жодної достовірної різниці між КСК різних лактацій у кіз, що зумовлено великою мінливістю цього показника, і, як слідство, – великими середньостатистичними похибками.

Кількість соматичних клітин у молоці кіз знаходиться на помітно вищому рівні ніж у корів (*рис. 10*).

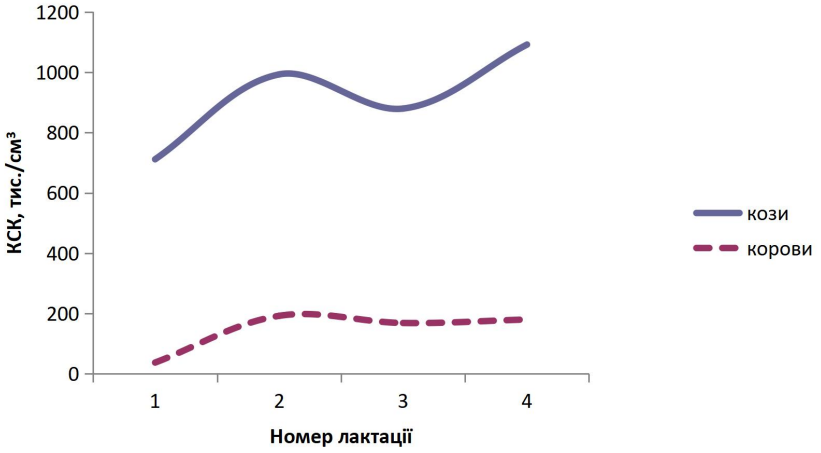


Рис. 10. Кількість соматичних клітин у молоці корів (n = 10) і кіз (n = 17) залежно від номеру лактації

Показник кількості соматичних клітин у корів за період від першої до другої лактації підвищився на 155 тис./см^3 молока. У період з першої по другу лактації КСК у молоці кіз підвищилась на 17%.

За результатами статистичної обробки показників індивідуальних проб молока кіз і корів за період чотирьох лактацій дійшли до таких висновків. Показники жиру і білку молока залежать головним чином від якості годівлі, а не від номеру лактації. За період з першої до третьої лактації виявлено підвищення продуктивності корів: зростання добового надою в 1,23 раза – у другу і в 1,28 раза – в третю відносно до першої лактації ($P < 0,05$). В молоці кіз і корів першої лактації відмічається найменша кількість соматичних клітин за все життя тварини (в коров'ячому 37 ± 7, в козиному 712 ± 174 тис./см^3). В наступні лактації в молоці корів КСК збільшується і реєструється на рівні 169–192 тис./см^3. У молоці кіз КСК з другої по четверту лактації зафіксовано на рівні 880–1 092 тис./см^3, що не відповідає навіть другому ґатунку козиного молока згідно з «Молоко козине. Сировина. Технічні умови: ДСТУ 7006:2009» – до 800 тис./см^3. Вміст соматичних клітин у коров'ячому молоці 2-, 3-, 4-ї лактацій більший у 5,2, 4,6 і 4,9 раза відповідно від показника першої лактації ($P < 0,05$), але ці значення відповідають ґатунку «екстра» для коров'ячого молока (до 400 тис./см^3). Не спостерігали збільшення КСК з віком корови або кози, тобто з кількістю лактацій, але в першу лактацію тварин відмічений найменший рівень соматичних клітин [41].

Висновки. За результатами обробки статистичних даних французької лабораторії LILCO за 2 роки виявлено, що в козиному молоці найменший рівень соматичних клітин близько 1,5 млн/см^3 у березні, а в грудні удвічі більше. Ці значення не співпадають з вимогою українського стандарту для козиного молока другого ґатунку 800 тис./см^3. Притому, що така велика КСК в

молоці у Франції простежується разом з дуже низьким рівнем бактеріального забруднення – від 17 до 35 тис. КУО/см^3. У розподіленні критеріїв українського стандарту за ґатунками прослідковується така тенденція: молоко нижчого ґатунку має велику КСК і велике бактеріальне забруднення. Але за даними французької лабораторії КСК у козиному молоці не корелює з бактеріальним забрудненням. За результатами моніторингу в Україні: в молоці кіз першої лактації відмічається найменша кількість соматичних клітин за все життя тварини 712 ± 174 тис./см^3. В молоці кіз КСК з другої по четверту лактації зафіксовано на рівні 880–1 092 тис./см^3.

Показники жиру і білку в козиному молоці кардинально знижуються влітку, тому не обґрунтована вимога українського стандарту 3,3 і 3,0% відповідно. За даними французької лабораторії температура замерзання козиного молока – близько -0,55 °С, за вимогами українського стандарту – не вище -0,52 °С.

Під час дослідження показників козиного молока в Україні відмічені значні коливання у показниках кислотності, густини та кількості соматичних клітин молока кіз протягом року. Показники кислотності варіювали від 14 до 27°Т, густини – від 25,6 до 35,4°А. Тому потрібно науково обґрунтувати вимоги українського стандарту до козиного молока, привести їх у відповідність зі світовими.

ЛІТЕРАТУРА

1. Haenlein G. F. W. Goat milk in human nutrition. *Small Rumin Res*. 2004. 51(2). P. 155–163.

2. Boyazoglu J., Hatziminaoglou I., Morand-Fehr P. The role of the goat in society: past, present and perspectives for the future. *Small Ruminant Research*. 2005. 60. P. 13–23.

3. Лебідь М. О. Особливості виробництва козиного молока в Україні. *Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва*: Тези доповідей державної студентської наукової конференції. Біла Церква, 2014. С. 18–19.

4. Помітун І. А., Асобайрі С. Ю., Паньків Л. П. Продуктивність та якість молока кіз в різних господарствах. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2013. № 2. С. 126–129.

5. Громова Т. Я., Крохальова А. А., Туринський В. М. Технологічні рішення щодо перспективних напрямів використання козиного молока. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2011. № 2. С. 114–120.

6. Новопашина С. Коза как она есть. Перспективы развития козоводства. *Тваринництво України*. 2013. № 3. С. 8–10.

7. Ollier S., Leroux C., De La Foye A., Bernard L., Rouel J., Chilliard Y. Whole intact rapeseeds or sunflower oil in high-forage or high-concentrate diets affects milk yield, milk composition, and mammary gene expression profile in goats. *J. Dairy Sci.* 2009. 92. P. 5544–5560.

8. Шкоропад Л. Аналіз виробництва козиного молока в Україні. З*бірник наукових праць ДНУ «Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого»*. 2014. №18 (32–2). С. 327–334.

9. Silanikove N., Leitner G., Merin U., Prosser C. G. Recent advances in exploiting goat's milk: quality, safety and production aspects. *Small Ruminant Research*. 2010. 89(2–3). P. 110–124.

10. Поступаленко М. А. Порівняльний аналіз складу та властивостей козиного, коров'ячого і жіночого молока. *«Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва»:* Тези доповідей державної студентської наукової конференції. Біла Церква, 2013. С. 5–6.

11. Martin P., Szymanowska M., Zwierzchowski L., Leroux C. The impact of genetic polymorphisms on the protein composition of ruminant milks. *Reprod. Nutr. Dev.* 2002. 42. P. 433–459.

12. Бусол Л. В., Цивірко І. Л., Павліченко О. В., Гейда І. М. Особливості і вимоги до показників якості і безпечності козиного молока. *Збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії.* 2015. №30 (2). С. 274–276.

13. Сербіна В. О. Козівництво – перспективна галузь тваринництва України. *Тваринництво України*. 2012. № (8). С. 20–23.

14. Maurer J., Schaeren W., Sollberger H. Gehalte und eigenschaften von ziegenmilch. *Lipide in fleisch, milch und ei – herausforderung für die tierernährung,* Zürich: SchrR Inst Nutztierwiss. 2004. 25. P. 205–208.

15. Pirisi A., Lauret A., Dubeuf J. P. Basic and incentive payments for goat and sheep milk in relation to quality. *Small Rumin Res*. 2007. 68(1–2). P. 167–178.

16. Fantuz, F., Polidori, F., Cheli, F., Baldi, A. Plasminogen activation system in goat milk and its relation with composition and coagulation properties. *J. Dairy Sci*. 2001. 84. 1786–1790.

17. Shamay A., Mabjeesh S.J., Shapiro F., Silanikove N. Adrenocorticotrophic hormone and dexamethasone failed to affect milk yield in dairy goats: comparative aspects. *Small Ruminant Research*. 2000. 38. P. 255–259.

18. Quigley J. D., Drewry J. J. Nutrient and immunity transfer from cow to calf pre- and post-calving. Journal of Dairy Science. 1998. 81 (10). P. 2779–2790.

19. Esser D., Schmit, F., Von Korn S., Peters K. Immunoglobulins G status of ewes and their lambs. *Journal of Animal Breeding.* 1989. 106. P. 120–128.

20. O'Rourke J., Barrington G. The effect of breed and production factors on immunoglobulin G concentration in goat colostrum. *Student research symposium, research exposition.* Washington State University, 2001. URL:http://www.vetmed.wsu.edu/docs/librariesprovider16/docs-student-research/2001/22.pdf

21. Kumar H., Kumar N., Seth R., Kumar A. Chemical and immunological quality of goat colostrum: effect of breed and milking frequency. *Indian Journal of Dairy Science*. 2014. 67(6). P. 482–486.

22. Ferna´ndez A., Ramos J.J., Loste A., Ferrer L.M., Figueras L., Verde M.T., Marca M.C. Influence of colostrum treated by heat on immunity function in goat kids. *Comparative Immunology, Microbiology& Infectious Diseases*. 2006. 29. P. 353–364.

23. Micusan V. V., Borduas A. G. Biological properties of goat immunoglobulins G. *Immunology*. 1977. 32. P. 373–381.

24. Maunsell F. P., Morin D. E., Constable P. D. Use of mammary gland and colostral characteristics for prediction of colostral IgG1 concentration and intramammary infection in Holstein cows. *Journal of American Veterinary Medicine Association.* 1999. 214 (12). P. 1817–1823.

25. Степасюк Л. М., Тітенко З. М. Якість молока в контексті європейських стандартів. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2014. С. 313–318.

26. Raynal-Ljutovac K., Pirisi A., De Crémoux R., Gonzalo C. Somatic cells of goat and sheep milk: Analytical, sanitary, productive and technological aspects. *Small Rumin Res.* 2007. 68(1–2). P. 126–144.

27. Тишківська Н. В., Сахнюк Н. І., Тишківський М. Я. Фізико-хімічні та мікробіологічні показники секрету молочної залози корів за різної кількості соматичних клітин. *Науковий вісник ветеринарної медицини.* 2015. № 2. С. 31–36.

28. Kyozairea J. K., Vearya C. M., Petzerb I. M., Donkin E. F. Microbiological quality of goat's milk obtained under different production systems. *Journal of the South African Veterinary Association*. 2005. 76(2). P. 69–73.

29. Brito J. R., Brito M. A., Lange C., Faria C. G., Moraes L. C., Fonseca R. G., Silva Y. A. Composition and bulk tank somatic cell counts of milk from dairy goat herds in Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. 2009. 46 (1). P. 19–24.

30. Котелевич В. А. Згозінська О. А Ветеринарно-санітарна оцінка молока, отриманого від корів у дослідному господарстві «Городецьке», Володимирецького району, Рівненської області. *Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*. 2014. № 2 (3). С. 106–110. URL: http://biosafety-center.com

31. Машкін М. І., Могутова В. Ф., Литвин Т. О. Розробка біотехнології питного пастеризованого молока з покращеними функціональними властивостями. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2013. № 3 (73). С.185-191.

32. Mohamed H., Zubeir I., Fadlelmoula A. Variation of microbial load of sudanese nubian goat' milk as affected by lactoperoxidase enzyme system, stage of lactation and storage temperature. *Research Journal of Microbiology*. 2016. 11(2–3). P. 64–69.

33. Зажарская Н. Н. Организация работы и проведение анализов в лаборатории молока во Франции. *Мат. международной конф. «Инновационное развитие аграрной науки и образования: мировая практика и современные приоритеты»*. Гянджа (Азербайджан), 2015. С. 480–484.

34. Зажарська Н. М. Порівняльна характеристика коров'ячого і козиного молока за даними лабораторії LILCO. *Науковий вісник Національного університету і природокористування України*. 2016. № 237. С. 297–308.

35. Zazharska, N., Boyko, O. and Brygadyrenko, V. (2018). Influence of diet on the productivity and characteristics of goat milk. *Indian Journal of Animal Research,* 52(5), 711–717. DOI: 10.18805/ijar.v0iOF.6826

36. Zazharska N. M. (2019). Assessment of safety and quality of goat's milk. In: *Current problems of agrarian industry in Ukraine*. Accent Graphics Communications & Publishing, Vancouver, Canada P. 3–33. DOI:10.15421/511902

37. Zazharska N., Fotina T., Yatsenko I., Tarasenko L., Biben I., Zazharskyi V., Brygadyrenko V., Sklyarov P. (2021). Comparative analysis of the criteria for goat milk assessment in Ukraine and France. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 144–148. Doi:10.15421/2021_ 91

38. Зажарська Н. М. Кількість соматичних клітин у молоці корів та кіз. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2014. № 1 (34). С 89–92.

39. Зажарська Н. М. Посезонна динаміка кількості соматичних клітин у молоці корів та кіз. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*: Збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. 2014. №28 (2). С. 78–80.

40. Зажарська Н. М., Прядка О. В. Вплив періоду лактації, часу надою, сезону на кількість соматичних клітин молока корів. *Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*. 2015. №.3 (1). С. 107–112. URL: http://biosafety-center.com/ 2015-т-3-№1/

41. Fotina, T., Fotina, H., Ladyka, V., Ladyka, L., & Zazharska, N. (2018). Monitoring research of somatic cells count in goat milk in the eastern region of Ukraine. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 69(3), 1101–1108. DOI:http://dx.doi.org/10.12681/jhvms.18882

ЗДОБУТКИ ВЕТЕРИНАРНОЇ РЕПРОДУКТОЛОГІЇ, ЗУМОВЛЕНІ РОЗВИТКОМ ІНШИХ НАУК

Скляров П. М., Федоренко С. Я., Науменко С. В.

Ветеринарне забезпечення репродукції тварин є одним з найбільш наукомістких напрямків і на сьогодні має значний арсенал засобів [9; 12; 14]. Однак запит практики спонукає до розробки надійних, швидких та доступних інноваційних рішень щодо удосконалення можливості ранньої діагностики, профілактики та терапії порушень репродуктивної функції тварин, об'єктивізації та підвищення їх ефективності [4–7; 10].

Так, діагностика порушень репродуктивної функції має певну проблематичність навіть в гуманній медицині за використання надсучасних наукових досягнень. При цьому важливі морфологічні та функціональні зміни в статевих або органах регуляції репродуктивної функції можуть бути численними і різноманітними. Тому заключна стадія діагностики вимагає систематичного аналізу всіх отриманих даних і методичного науково обґрунтованого підходу до цього питання із залученням надбань сучасної науки та технологій. Так само актуальним є використання новітніх досягнень у галузі суміжних з репродуктологією наук за розроблення превентивних чи лікувальних заходів [14].

Новітні досягнення у діагностиці стану органів та систем і розвитку патологій пов'язані із впровадженням методу ультразвукового дослідження. Завдяки ехографії з тривимірною реконструкцією зображення, ехокардіографії, допплероехокардіографії, доплерометрії з кольоровим допплерівським картуванням, значно зростає точність діагностики анатомічно виражених аномалій розвитку плода. Крім того, дозволяє дослідити особливості розвитку ембріона, плода та плаценти за неускладненої вагітності, прогнозувати перебіг гестації та можливого формування відхилень від її нормального перебігу. Відповідно застосування комплексної диференційованої терапії ускладнень вагітності дозволяє суттєво знизити частоту розвитку загрози переривання вагітності, плацентарної недостатності, знизити частоту перинатальних втрат за рахунок зниження анте-та інтранатальної смертності [2; 18].

Знайдено місце для впровадження термографії (інфрачервона термографія, теплове зображення, теплове зображення або теплове відео) – методу реєстрації інфрачервоного випромінювання будь-якого тіла спеціальними високочутливими приладами (тепловізорами), температура якого вища абсолютного нуля [17]. Термографічні камери виявляють випромінювання в інфрачервоному діапазоні електромагнітного спектру (приблизно 0,9-14 мкм) і на основі цього випромінювання створюють зображення, що дозволяють визначити перегріті або переохолоджені місця. Так як до інфрачервоного випромінювання здатні всі об'єктами, що мають температуру, згідно з формулою Планка для випромінювання чорного тіла, термографія дозволяє «бачити» навколишнє середовище з або без видимого світла. Інтенсивність теплового випромінювання тіла збільшується з підвищенням його температури, тому термографія дозволяє бачити розподіл температури по поверхні тіла [8].

Термографія – це перспективний безконтактний дистанційно-діагностичний експрес-метод отримання термограми (зображення в інфрачервоних променях, що показує картину розподілу температурних полів). Будучи абсолютно нешкідливим та об'єктивним методом обстеження, дозволяє виявляти відмінності у розподілі та інтенсивності інфрачервоного випромінювання залежно від фізіологічного або патологічного стану організму тварин. Зокрема забезпечується: виявлення та диференціація феноменів статевого циклу; визначення ступеня андро- та спермогенезу, діагностика вагітності; превентивна діагностика патологічних процесів на доклінічній стадії розвитку; виявлення патологій, у генезі яких лежать дистрофічні чи запальні процеси; оцінка терапевтичного ефекту [5].

Превентивна діагностика феноменів статевого циклу з використанням тепловізорів може бути використана для самок різних видів тварин. Отримана інформація підтверджується іншими методами досліджень з обов'язковими елементами диференціації. Температурні коливання зовнішніх статевих органів залежать від феноменів, чітко реєструються термоскопічно. Так, у тварин в період еструсу температура зовнішніх статевих органів вище, ніж у діеструс. При цьому зовнішні статеві органи характеризуються значними за площею «гарячими» кольорами палітри; за негативної реакції (відсутність стадії збудження статевого циклу) температура зовнішніх статевих органів майже не відрізняється від температури оточуючих тканин. Результати досліджень достовірно підтверджують закономірність підвищення температури зовнішніх статевих органів у стадію збудження статевого циклу, що дозволяє дистанційно (безконтактно) отримувати необхідну інформацію про стан тварини в цілому і зокрема її зовнішніх статевих органів.

Превентивна діагностика вагітності з використанням тепловізорів. Температурний градієнт зовнішніх статевих органів вагітних самок низький, а термограма зовнішніх статевих органів представлена «теплими» кольорами палітри.

Дистанційне визначення морфо-функціонального стану та маси новонароджених з використанням тепловізорів. У випадку з нормотрофіками температурна крива незначна, інтенсивність червоного «гарячого» кольору на термограмі достатньо рівномірно розповсюджена по всьому тілу, що свідчить про повноцінність становлення терморегуляції у нормально розвинених неонатальних тварин. При дослідженні гіпотрофіків спостерігається зовсім інша картина: голова значно тепліша, ніж інші частини тіла – задня частина тіла явно менше забезпечена кров'ю, прохолодніша і тому має жовтий з переходом у зелений колір. Це вказує на те, що становлення терморегуляції на низькому рівні, такі тварини потребують додаткового обігріву, витрачають зайві калорії на власний неефективний обігрів та значно зменшують добові прирости.

Використання тепловізора дає можливість дистанційно визначати загальну і локальну температуру гнізда, проміри і масу поросят та кроленят, а також молочність свиноматок та кролиць. Аналіз термограм дозволяє встановити гіпотермію та гіпотрофію поросят на ранніх етапах постнатального періоду, а також діагностувати деякі захворювання, такі як антенатальна гіпотрофія та ті,

що супроводжуються локальною гіпертермією. Впровадження цього способу дозволяє значно скоротити людські і економічні ресурси при діагностиці патологій постнатального періоду, корегувати умови утримання новонароджених та прогнозувати подальший їх розвиток.

Визначення функціонального стану і превентивна діагностика патологічних процесів у статевих органах з використанням тепловізорів. За термографічного дослідження самок відмічається залежність температурних градієнтів зовнішніх статевих органів від морфо-функціонального стану яєчників. При цьому у самок з гіпогонадизмом температурний градієнт нижчий, ніж у тварин з нормальним станом яєчників. Для термограм зовнішніх статевих органів самок з повноцінною статевою функцією характерне переважання «теплих» кольорів палітри (червоного і помаранчевого), у тварин з гіпогонадизмом, навпаки – переважають «холодні» кольори (синій і зелений). Крім того, для термограм статевих органів самок з гіпогонадизмом притаманна виражена термоасиметрія й термоплямистість досліджуваної зони, які є характерними ознаками порушень кровообігу.

Характеристика термоскопічних та термографічних показників зовнішніх статевих органів самок з гіполютеолізом подібні як і при гіпогонадизмі. Тобто реєструється зниження температурного градієнту, переважання «холодних» кольорів палітри.

За термоскопічних дослідженнях самок з кістозною дегенерацією фолікулів яєчників відмічається достатньо тривале підвищення температурного градієнту зовнішніх статевих органів. Термограми геніталіїв таких тварин характеризуються «гарячими» кольорами палітри.

За вестибуловагініту температурний градієнт підвищується і для термограм характерні гарячі кольори палітри досліджуваного органу.

Термограма зовнішніх геніталій самок, хворих на метрит, характеризується наявністю інтенсивно «гарячих» кольорів палітри, які рівномірно реєструються на досліджуваному органі. Також на термограмах можна спостерігати присутність виділень із зовнішніх статевих органів. Ці виділення, як правило, представлені у вигляді «холодних» (синіх та зелених відтінків) кольорів палітри. При детальному дослідженні проводиться диференціація запального ексудату від естрального слизу.

Такі результати досліджень достовірно підтверджують закономірність підвищення температури при запальних процесах, що можна визначати дистанційно використовуючи тепловізорну техніку.

За термоскопічного дослідження у самців відмічається залежність температурних градієнтів сім’яників від їх морфофункціонального стану. При цьому у тварин з дистрофією та гіпогонадизмом температурний градієнт нижчий порівняно з повноцінною репродуктивною функцією. Для термограм сім’яників самців з повноцінною репродуктивною здатністю характерне переважання «теплих» кольорів палітри (червоного і помаранчевого). В той час як термографічні зображення сім’яників тварин з тестодистрофією та гіпогонадизмом характеризувались вираженою термоплямистістю

досліджуваної зони, переважанням «холодних» кольорів, що і є властивим для порушень кровообігу.

За орхіту спостерігається збільшення розмірів сім'яників, зниження ехогенності паренхіми за збереження однорідності. Набряк тканин виявляється зниженням ехогенності і потовщенням у ділянці м'язово-еластичної оболонки.

У самців з баланопоститом виражена зона гіпертермії, переважають «гарячі» кольори палітри [5].

Розроблені способи терапії та профілактики репродуктивних патологій передбачають використання оригінальних препаратів і спрямовані на нормалізацію гомеостазу, відновлення морфофункціонального стану органів регуляції та виконання статевої функції [14].

Сучасні умови практичної ветеринарної медицини вимагають застосування ефективних і безпечних препаратів. Застосування біотехнологічних методів в управлінні відтворенням має слугувати максимальному використанню репродуктивного потенціалу тварин за умови глибокого знання і дотримання біологічних закономірностей репродукції та застосування цих методів у тварин з оптимальним станом здоров'я і фізичної кондиції. Зокрема, такий важливий технологічний етап ведення тваринництва як відтворення передбачає використання гормональних препаратів. Однак, застосовуючи той чи інший гормональний препарат, слід мати на увазі, що дія його на статеву систему самки може проявлятися по-різному залежно від вихідного функціонального стану репродуктивних органів і гормонального статусу організму. Неправильне, без урахування показань, введення препарату може мати негативні наслідки. Хоча не всі дослідники поділяють цю точку зору й не встановили негативного впливу навіть багаторазового застосування гормональних препаратів на статеву функцію, що має бути пов'язано з оптимізацією доз використовуваних препаратів.

Поряд з уже відомими і вживаними лікарськими препаратами, необхідний пошук нових препаратів, що є нешкідливими для організму і мають фізіологічну спрямованість дії. В останні роки зросла увага до використання як у гуманній, так і ветеринарній медицині препаратів рослинного походження. Багато рослин містять біологічно активні речовини, серед яких на особливу уваги заслуговують фітогормони, що є актуальним та логічним для практики репродуктивної ветеринарної медицини. Спектр дії цих речовин надзвичайно широкий (фітоестрогени, антиестрогени, антигонадотропіни), що дозволяє застосовувати їх для лікування тварин з різними патологічними процесами [7].

З тканинних препаратів найбільший інтерес викликає використання плаценти, яка являє собою концентрат біологічно активних речовин – білків, ліпідів, ферментів, гормонів та багато інших, що спонукає до широкого використання зокрема й у галузі репродукції тварин [11].

Однак проблема застосування препаратів рослинного та тканинного походження вивчена недостатньо, багато аспектів їх клінічного використання вимагають подальшої розробки, розширення спектра використовуваних лікарських рослин, обґрунтування і впровадження у ветеринарну практику.

Тож *мета* даної роботи полягала у розробці комплексних вітамінно-гормональних препаратів на основі рослинних та тканинних похідних для лікування і профілактики репродуктивних патологій у тварин.

Враховуючи напрям досліджень і концепцію наступності та послідовності, логічним стало розроблення ефективних, простих і сприйнятливих для практики ветеринарної медицини способів терапії та профілактики порушень репродуктивної функції у тварин. Обов'язковим було урахування положень з'ясованих авторами статті механізмів виникнення та розвитку патологій і порушень репродуктивної функції. Спираючись на отриману інформацію про етіопатогенез порушень репродуктивної функції: зміни показників гомеостазу, зниження концентрації гормонів (естрогенів чи прогестерону), зміни морфофункціонального стану ендокринних (гіпофіз, щитоподібна і надниркові залози) та статевих (яєчники) органів, науково обґрунтованим мало стати застосування вітамінно-гормональних препаратів. Препарати у плані патогенетичної терапії дають змогу нормалізувати показники гомеостазу, концентрацію гормонів, стимулювати реабілітаційні процеси в органах-регуляторах репродуктивної функції (гіпофіз, щитоподібна і надниркові залози) та статевих органах (яєчники), що у свою чергу сприяє нормалізації фолікуло- та стероїдогенезу, які є необхідною умовою для повноцінного вияву репродуктивної здатності в самок.

З цією метою було розроблено вітамінно-гормональні препарати рослинного та тканинного походження «Кагадін», «Каплаестрол», «Каплагонін» та «Карафест» на основі розчину β-каротину в олії, який сприяє реабілітації структури та функціонального стану статевих органів та органів регуляції репродуктивної функції. Препарат «Кагадін» призначений для профілактики та лікування гіповітамінозів і боротьби з неплідністю тварин і дозволяє:

- нормалізувати стан ембріонів і плодів;
- профілактувати приховані аборти (ембріональну смертність), зменшити ембріональні втрати в антенатальний період;
- підвищити отримання повноцінних новонароджених з високим потенціалом розвитку;
- активізувати родову діяльність;
- профілактувати патологічні роди (гіпофункція родів, дистоції, затримка посліду);
- підвищити показник заплідненості та кількість отримуваних новонароджених від самки.

Препарат «Каплаестрол» являє собою розчин каротиноїдів та сумарних естрогенів. Естрогени оптимізують розвиток плодів, нормалізують перебіг вагітності та активізують родову діяльність, а також сприяють секреції фолікулостимулюючого гормону у гіпофізі, що стимулює фолікулоґенез у яєчниках.

«Каплаестрол» призначений для боротьби з неплідністю, профілактики акушерсько-гінекологічної патології. Зокрема сферою застосування препарату є:

- нормалізація розвитку ембріона і плода;

- профілактика антенатальної патології;
- профілактика патологічних родів (гіпофункція, затримка посліду);
- терапія самок з післяродовими гонадо- та метропатіями;
- підвищення життєздатності новонароджених, потенціалу їх розвитку.

Препарат «Каплагонін» є розчином β-каротину та хоріонічного гонадотропіну. Завдяки вмісту у складі препарату хоріонічного гонадотропіну він використовується для підвищення заплідненості самок (нормалізація овуляції, формування та розвиток жовтого тіла). Призначений для підвищення заплідненості самок та репродуктивної здатності самців.

Препарат «Карафест» є олійним розчином каротиноїдів та фіто естрогенів і аналогом препарату «Каплаестрол», однак, на відміну від останнього, до його складу входять рослинні естрогени, які містять фенольне кільце, що робить їх схожими на просторову структуру гормону β-естрадіолу і дає змогу зв'язуватися з рецепторами естрадіолу, виявляючи гормоноподібну дію.

Препарат призначений для боротьби з неплідністю та профілактики втрат при репродукції тварин.

Препарат «Карафанд» є олійним розчином каротиноїдів та фіто андрогенів і призначений для лікування та профілактики зниження відтворної здатності самців.

За застосування розроблених препаратів встановлено їх високий терапевтичний ефект. Так, впровадження програми комплексної терапії корів, овець та кіз з гонадопатіями за використання препаратів «Карафест», «Каплаестрол» та «Каплагонін» забезпечує скорочення прояву ознак еструсу від початку лікування і підвищення заплідненості.

Комплексна програма профілактики перинатальних патологій з використанням препарату «Каплаестрол» та «Карафест» дозволяє підвищити кількість ягнят та козенят із задовільним клінічним станом з високим потенціалом розвитку, знизити їх захворюваність та летальність, зменшити кількість тварин з інтра- та постнатальною патологією у овець та кіз.

Комплексна програма терапії самців за зниження відтворної здатності з використанням препарату «Карафанд» позитивно вплинула на прояв статевих рефлексів та якість сперми, зокрема за рахунок стимуляції клітин Лейдіга андрогеноподібними речовинами у бугаїв, у кнурів та псів активізувався андрогенез, збільшився об’єм еякуляту, підвищилась рухливість сперміїв і концентрація сперміїв, зріс відсоток рухливих сперміїв у еякуляті, знизилася кількість сперміїв з морфологічними аномаліями.

Таким чином, розроблені вітамінно-гормональні препарати на рослинній і тканинній основі володіють високою ефективністю за лікування та профілактики репродуктивних патологій тварин різних видів, забезпечуючи стимуляцію репродуктивної функції за терапії самок з гонадопатіями, підвищення життєздатності новонароджених, попередження захворюваності на інтра- та постнатальну і андрологічну патологію [20].

Сучасні вимоги до теоретичної та практичної ветеринарної медицини потребують широкого впровадження ефективних засобів і методів лікування тварин різних видів. Це стосується і використання антибактеріальних

препаратів. Сподівання на те, що антибіотики можуть повністю вирішити проблему патологій інфекційної природи не виправдовуються. У відповідь на синтез і використання нових форм антибактеріальних препаратів з'являються інші штами мікроорганізмів, дедалі сильніше виявляють свої патогенні властивості віруси та гриби.

Застосування антибіотиків стає чимраз складнішим і дорожчим, а безконтрольне їх використання зачіпає надзвичайно актуальну проблему – отримання якісних, не шкідливих для здоров'я людини харчових продуктів тваринного походження.

Тож очевидною є необхідність вибору таких засобів лікування тварин, які б поряд з вираженими антибактеріальними та іншими терапевтичними властивостями не виявляли згаданих негативних проявів. До таких засобів треба віднести лікування тварин з використанням озонвмісних препаратів, які складають основу озоно- та прополістерапії – високоефективних, екологічних та економічно вигідних методів лікування, які позитивно впливають на організм тварин за відсутності побічних ефектів.

Озон – високоактивний хімічний елемент, відомий як захисник живих організмів від впливу ультрафіолетових променів. Це газ із різким запахом, але при дуже низьких концентраціях відчувається як приємна свіжість. Останнім часом у зв'язку із зростанням алергізації людини і тварин, зниженням чутливості до антибіотиків, подорожчанням лікарських препаратів все більш популярними стають не медикаментозні методи. Тому поряд з ефективністю висувається такий критерій як безпечність. У цьому відношенні має перспективу терапія із застосуванням озону [19].

Запроваджено метод і в ветеринарній медицині та має значні перспективи у репродукції тварин. Лікувальний ефект озону заснований на відомих механізмах його біологічної дії: бактерицидна, фунгіцидна, вірицідна щодо найважливіших видів грампозитивних і грамнегативних бактерій, вірусів, патогенних грибів і найпростіших; активація кисневозалежних процесів; посилення обмінних процесів вироблення енергетичних субстратів; імуномоделюючий ефект; поліпшення мікрогемоциркуляції та газообміну на тканинному рівні.

Прополіс – смолоподібна речовина, збирається бджолами для заклеювання щілин, дезінфекції та створення у вулику здорового середовища. Дія прополісу на організм в цілому та на органи, тканини та клітини широка та різноманітна.

1. Має виражену бактерицидну, віруцидну та фунгіцидну дію.

2. Активізує фагоцитоз та продукцію специфічних та неспецифічних антитіл.

3. Підвищує тонус капілярів, беруть участь у багатьох окисно-відновних процесах, володіють антиоксидантною дією, знижують негативні впливи вільнорадикальних окислів на клітинну мембрану.

4. Створює бар'єрну оболонку (демаркаційну лінію) на шляхах розповсюдження та проникнення мікроорганізмів з місць контамінації та вогнищ запалення у здорові, не ушкоджені тканини.

5. Має антизапальні властивості.

6. Діє кровозупинно.
7. Стимулює регенерацію тканин.
8. Регулює білковий, жировий, вуглеводний обмін речовин.
9. Позитивно впливає на щитоподібну залозу, наднирники, статеві залози.
10. Має виражену жовчогінну та сечогінну дію.
11. Виявляє анестезуючі властивості.
12. Має виражену дезодоруючу дію [4].

Розроблені препарати «ОКО» (озонована кукурудзяна олія) та «Прозон» (комплексний препарат на основі озонованої кукурудзяної олії та спиртового розчину прополісу), які складають основу озоно- та прополістерапії тварин у разі репродуктивних патологій і є спільною розробкою кафедри ветеринарної хірургії та репродуктології Державного біотехнологічного університету (м. Харків) і відділу низькотемпературної рівновісної плазмохімії Національного наукового центру «Харківський фізико-технічний інститут» (м. Харків).

У програмах лікування тварин з репродуктивними патологіями (метрит, мастит, вестибуловагініт) пункт програми антибіотико-, нітрофурано- та сульфаніламідотерапія замінено на використання озоновмісних препаратів «ОКО» та «Прозон». Впровадження цих програм забезпечує скорочення тривалості періоду лікування і клінічного одужання, підтверджене зменшенням кількості епітеліоцитів та лейкоцитів і клітин з жовто-червоним забарвленням, що підтверджує ефективність озоновмісних препаратів та їх антибактеріальні властивості. Таким чином, препарати «ОКО» та «Прозон», що складають основу озоно- та прополістерапії за репродуктивних патологій, забезпечують високу ефективність та економічну вигоду методів лікування за позитивного впливу на організм тварин.

Використання озонвмісних препаратів для санації препуційної порожнини самців та лікування неспецифічного баланопоститу дозволяє якісно поліпшити показники постоцитограми за світло-оптичної та люмінісцетної мікроскопії – зменшити кількість епітеліоцитів, лейкоцитів, мікробів і клітини з жовто-червоним забарвленням; збільшити кількість клітин із зеленим забарвленням; оптимізувати співвідношення кількості епітеліоцитів та лейкоцитів, епітеліоцитів з нормальною структурою та дистрофією, клітин з жовто-червоним та зеленим забарвленням.

На сьогодні надзвичайний прогрес демонструють нанотехнології, що є результатом розвитку та злиття цілого ряду наукових напрямків і одним з ключових напрямків розвитку промисловості та прогресу суспільства. Вчені передбачають, що цей прогрес міг би стати серйозним проривом у вирішенні деяких проблем, з якими стикається людина та ветеринарна медицина. Приклади потенційних застосувань у ветеринарній медицині включають системи діагностики захворювань та системи лікування, нові інструменти для молекулярної та клітинної селекції та багато іншого. Поряд з традиційними хімічними ліками для тварин все більш широко застосовують біологічно активну терапію, яка доповнює хімічне лікування і націлена на використання

можливостей організму до саморегуляції і препаратів природного походження [16].

Оскільки нанотехнології знаходяться на дуже ранній стадії розвитку, для проведення значущих результатів може знадобитися кілька років, щоб провести необхідні дослідження та провести клінічні випробування. Цей інструмент, який буде розвиватися протягом наступних декількох десятиліть, матиме серйозні наслідки у ветеринарній та тваринницькій науці [3].

Завдяки біонанотехнологіям з'явилися нові способи введення і доставки вакцин та ліків за допомогою закріплення їх на наночастинках (нанокапсули, нанотрубки, наносфери, фулерени, дендримери, ліпосоми), ліганд спрямованої дії, «точкової» доставки до компетентних органів та клітин, зменшення дози і забезпечення пролонгованої дії ліків. Відоме застосування нанотехнологій в якості антимікробної, антигрибкової, антипротозойної та антивірусної хіміотерапії, у хірургії та травматології, гомеопатії, вакцинопрофілактиці.

У ветеринарній медицині нанотехнології застосовуються для вирішення ряду завдань, головними з яких є:

– розробка високоефективних і експрес-методів діагностики інфекційних та інвазійних хвороб тварин;

– індикація та ідентифікація збудників;

– створення засобів захисту (вакцин), що володіють високою імуногенністю і низькою реактогенністю;

– розробка і застосування ДНК-технологій в селекції тварин;

– конструювання нових лікарських засобів та їх доставка до мішенів в організмі хворої тварини;

– створення засобів, що підвищують резистентність тварин – пробіотики, інтерферони, інтерлейкіни, імуномодулятори і т. і.);

– виробництво біологічно активних речовин (амінокислот, антибіотиків, ферментів, вітамінів, гормонів та ін.) для стимуляції зростання і підвищення продуктивності тварин;

– збільшення кормових ресурсів шляхом виробництва кормового білка, білково-вітамінних концентратів, незамінних амінокислот з використанням відходів сільськогосподарського виробництва;

– створення біологічних засобів захисту тварин і рослин;

– доповнення новими джерелами дефіциту кормового білка продовольчих ресурсів;

– поліпшення охорони навколишнього середовища з використанням мікроорганізмів;

– рішення енергетичних проблем шляхом конверсії біомаси рослин та відходів тваринництва в біогаз і біопаливо;

– захист навколишнього середовища.

Технології наночастинок можуть змінити ландшафт фармацевтичної індустрії та революціонізувати процес розробки лікарських засобів в найближчі десятиліття. Завдяки своїм унікальним фізико-хімічними властивостями, наночастинки перспективні для цільової доставки широкого спектру молекул в потрібні тканини організму. Технології наночастинок можуть підвищувати

терапевтичний індекс ліків шляхом підвищення їх ефективності та / або поліпшення їх переносимості організмом. Наночастинки також можуть підвищувати біодоступність водонерозчинних ліків, захищати діючі речовини від фізіологічних чинників, а також дозволяють розробляти нові класи біологічно активних макромолекул (наприклад, ДНК).

В останні десятиріччя значна увага приділяється вивченню наночастинок металів, що свідчить про перспективність їх використання у технологіях конструювання високоефективних засобів діагностики та цільової терапії. Так, колоїдне золото відоме ще з давніх-давен і використовувалося з лікувальною метою. Є дані про значне підсилення властивостей антибіотиків та протипухлинних засобів за їх кон'югації з нанозолотом та позитивну дію наночастинок золота на функціональну активність макрофагів.

Відомі приклади застосування нанобіоматеріалів й у галузі репродукції тварин. Так, розроблено перспективні біоцидні нанопрепарати, які забезпечують захист від патогенної мікрофлори без порушення геному спадковості шляхом цілеспрямованого регулювання процесів метаболізму поживних речовин і підвищення продуктивності тварин за рахунок підвищення засвоюваності рослинних кормів [13].

Використання сучасних ветеринарних гомеопатичних препаратів для лікування і профілактики захворювань тварин дає можливість широкого впровадження нанотехнологічних методів регуляції репродуктивної функції в практику ветеринарної медицини. Так, застосування препаратів «Ліарсин» і «Мастометрин» забезпечує позитивну ефективну дію на відтворну здатність тварин, сприяє підвищенню продуктивності, збереженню молодняку і зниженню його захворюваності.

Вивчено вплив наночастинок високодисперсного діоксиду кремнію на апоптоз сперміїв, кріорезистентність девітрифікованих ооцит-кумулюсних комплексів та розвиток доімплантаційних ембріонів Bos taurus. Відсоток вмісту некротичних клітин коливався незначно; відсоток інтактних клітин знижувався пропорційно збільшенню відсотка сперміїв зі зниженим мітохондріальним потенціалом. Отримані дані розширюють уявлення про механізми впливу кремнійвмісних наноматеріалів на життєздатність чоловічих гамет і деструктивні процеси в хроматині спермія. Результати дослідження слід взяти до уваги для подальшої оптимізації методів кріоконсервації сперми.

Ідентифіковано характер впливу наночастинок діоксиду кремнію на показники кріорезистентності соматичних (кумулюс), статевих клітин (ооцити) оваріальних фолікулів корів і заплідненість яйцеклітин. Виявлено позитивну дію наночастинок високодисперсного кремнезему на збереження і функціональний стан клітин кумулюсу після девітрифікації і культивування ооцит-кумулюсних комплексів. Встановлено, що введення до середовища культивування гамет наночастинок наночастинок діоксиду кремнію забезпечило значне зростання рівня заплідненості ооцитів і частки ембріонів, які досягли заключної стадії доімплантаційного розвитку – бластоцисти. Отримані дані сприяють кращому розумінню механізмів функціонування соматичних і статевих клітин оваріальних фолікулів в умовах наднизьких

температур і свідчать про доцільність використання наночастинок діоксиду кремнію для модернізації системи дозрівання донорських ооцитів корів шляхом його введення в середовища для культивування.

Розроблено перспективні біоцидні нанопрепарати, які забезпечують захист від патогенної мікрофлори без порушення геному спадковості шляхом цілеспрямованого регулювання процесів метаболізму поживних речовин і підвищення продуктивності тварин за рахунок підвищення засвоюваності рослинних кормів. Наночастинки препаратів, виготовлених з ембріонально-плацентарної рідини і тканини, володіють лікувальними імунологічними, генетичними, діагностичними властивості. Їх складові – імунореактивні пептиди позитивно впливають на клітинний і гуморальний імунітет, обмінні процеси, виконують відновлювальну роль при запальних процесах. Зокрема, за їх використання підвищується заплідненість корів.

Комплексний лікарський засіб Содехін К-75, діючими речовинами якого є гліциризинова та оксикорична кислоти й іони срібла, застосовується для підвищення імунобіологічної резистентності, попередження неплідності та отримання здорового приплоду.

На основі комплексних досліджень науково обґрунтована і експериментально доведена доцільність застосування в технології відтворення стада комплексного біопрепаратів PS-2 та Prevention-N-A для попередження гінекологічних захворювань і підвищення відтворної функції. Під впливом препарату у корів скорочувалися терміни відділення плодових оболонок, попереджалися затримання посліду, післяродові ускладнення і захворювання молочної залози. На тлі імунокорекції у корів зменшувалися терміни настання статевої охоти, знижувався індекс осіменіння, скорочувався сервіс–період і підвищувалася заплідненість у 1-шу охоту.

Запропоновано сапропелепрофілактику, сапропелестимуляцію та сапропелетерапію і Тюменську мінеральну воду для ветеринарної та гінекологічної практики як складові терапевтичних та превентивних заходів за репродуктивних розладів та неплідності корів.

До перспективних напрямків можна віднести застосування наночастинок металів. Дія мікроелементів, як в іонній, так і особливо в наноформі, не має прямого односпрямованого впливу (на відміну від антибіотиків і гормонів). Це безперечна перевага, так як тварина отримує комплексну вигоду – оздоровлення всього організму за допомогою активації власних сил, підвищення адаптивності, посилення імунітету, стимуляції всіх життєвих функцій, включаючи відтворення.

Для інтенсифікації репродуктивної функції корів в післяродовий період застосовано металополімерний композицію МПК-3К наночастинок Cu, Fe та Zn, отриманих методом випаровування-конденсації із середнім розміром частинок 80 нм і питомою поверхнею близько 8,0-10,0 кв. м на грам порошку. Встановлено, що така металополімерна композиція має модифікуючий вплив на фізіологічні процеси в організмі корів. Це знаходить відображення в активації біосинтетичних і енергетичних процесів в організмі, стимуляції клітинної ланки імунітету.

Запропоновано використання наноаквахелатами колоїдів металів для лікування корів, хворих на мастит, стимуляції відтворної функції корів, бугаїв, свиней, овець та кіз.

У вагітних кролематок і свиноматок за впливу хром цитрату здійснюється корекція різних ланок метаболізму, зокрема стабілізується вміст глюкози в крові, підвищується кількість глікогену в печінці та скелетних м'язах, збільшується гексокіназна та лактатдегідрогеназна активність еритроцитів, зростає вміст загального білка та знижується вміст триацилгліцеролів і холестеролу в крові тварин, нормалізується антиоксидантна система і показники пероксидного окиснення ліпідів, а також покращується стан імунного захисту організму. Метаболічно ефективні кількості хром цитрату, які додатково вводилися до раціонів кролів і свиней, можуть використовуватись як рекомендовані дози для регуляції процесів обміну речовин і профілактики недостатності Хрому(ІІІ) в організмі.

Наноаквахелати таких металів, як Арґентум, Купрум і Ферум мають значний вплив на посилення специфічної та неспецифічної резистентності тваринного організму. Наночастинки цих металів володіють біоцидними властивостями, а також являються потужними мікроелементними наноаквахелатами, які набагато ефективніші, ніж мікроелементи в класичному іонізованому вигляді. Поєднання дії нанодезінфектантів з власною мікробо-, вірусо- і фунгіцидною активністю тваринного організму, а також зі стимулювальним ефектом посилення резистентності тварин здатне створити необхідні умови надання тваринам високоефективної профілактично–лікувальної допомоги.

У ветеринарній медицині препарати, які розроблені на основі наночастинок, успішно використовують для діагностики, лікування та профілактики захворювань різної етіології. Задавання макро- та мікроелементів тваринам у формі наночастинок має ряд переваг: наноаквахелати біометалів володіють високою біологічною дією, завдяки своїм нанорозмірам вони більш повно засвоюються організмом і активно використовуються у процесах обміну речовин. Проте механізм дії наноматеріалів на організм тварин недостатньо вивчений і потребує більш глибокого дослідження. Висока ефективність застосування наночастинок металів зумовлена їх участю як кофакторів у біохімічних реакціях та як активаторів регенеративних процесів у тваринному організмі. Однією з головних причин зміни фізико-хімічних властивостей малих частинок по мірі зменшення їх розмірів є зростання відносної кількості «поверхневих» атомів. Зменшення розмірів частинок веде до збільшення площі вільної поверхні речовини, а з енергетичної точки зору – до збільшення поверхневої енергії. Завдяки даному ефекту нанометали володіють унікальними властивостями. Нанопорошки металів знаходять застосування у якості високочутливих каталізаторів, сенсорних систем, лікарських засобів для медицини гуманної і ветеринарії. Доведена висока економічна ефективність застосування наноаквахелатів Арґентуму, Купруму, Феруму в лікуванні маститів та ендометритів.

Ферум – один із найбільш важливих хімічних елементів, які забезпечують основу життєдіяльності тваринних організмів. Цей елемент відіграє важливу роль у відновних процесах організму, імунологічних реакціях, процесах кровотворення, перебігу майже всіх обмінних реакцій, у рості та розвитку організму. Застосування в раціон тваринам нанозаліза і введення стерильних розчинів показало, що такі форми нанопорошку сприяють активації факторів неспецифічного імунітету (фагоцитарної реакції, бактерицидної та лізоцимної активності сироватки крові) і специфічної активності імунітету (активує клітини червоного кісткового мозку, тимусу, селезінки, лімфовузлів). Культивування деяких патогенних бактерій з додаванням у рідке середовище нанодисперсного заліза сприяло зниженню їх вірулентних і патогенних властивостей.

Купрум – необхідний метал для нормальної життєдіяльності організму, який бере участь у перебігу багатьох важливих метаболічних процесів та проявляє значну бактеріостатичну та бактерицидну активність завдяки ушкодженню плазматичних мембран. Механізм антибактеріальної дії міді заснований переважно на порушенні структури ДНК. Наночастинки міді, введені в організм тварин, характеризуються пролонгованою дією та меншою токсичністю у порівнянні із солями Купруму. Дослідження механізму дії на бактерії свідчать про порушення бар'єрних властивостей мембран бактерій при взаємодії з частинками міді, але не можна стверджувати, що виявлення механізму є завершеним і не потребує подальшого експерименту. Дослідження показали, що наночастинки міді, на відміну від антибіотиків, не викликають селекцію резистентних штамів мікроорганізмів, що дозволяє в подальшому рекомендувати наномідь при лікуванні гнійно-септичних захворювань, викликаних поліантибіотикорезистентними штамами золотистого стафілококу.

Наночастики срібла надзвичайно активні і викликають загибель бактерій, вірусів, грибків, завдяки великій питомій поверхні, що збільшує область контакту срібла зі збудниками інфекційних захворювань, значно підвищуючи його бактерицидні властивості. При розгляді еволюції срібла від іонів до наночасток та дослідження дії різних препаратів срібла на віруси, бактерії та клітини встановлено, що біоцидний ефект наночастинок срібла суттєво перебільшує дію іонів срібла в цих же концентраціях. Наночастинки срібла активні проти мікроорганізмів, стійких до антибіотиків, що зумовлює можливість їх застосування для багатьох інфекційних хвороб. Висока біологічна активність мікроелементів-металів у організмі пов'язана, перед усім, з участю їх у синтезі деяких ферментів, вітамінів та гормонів. У залежності від концентрації, катіони срібла можуть як стимулювати, так і пригнічувати активність деяких ферментів. Під впливом срібла в два рази посилюється інтенсивність окислювального фосфорилювання у мітохондріях головного мозку, а також збільшується вміст нуклеїнових кислот, що покращує функцію центральної нервової системи. Підвищення концентрації іонів срібла до 0,01 мкг знижує ступінь поглинання кисню клітинами цих органів, що свідчить про участь катіонів срібла в регуляції енергетичного обміну. Іони срібла мають антисептичну активність – наночастинки срібла, розміром 10-30 нм,

спричиняють виражений антибактеріальний ефект і застосовуються для місцевого лікування інфікованих ран шкіри. Встановлено, що розчини наносрібла є найефективнішим засобом при безпосередньому контакті з поверхнями, запаленими внаслідок бактерійного зараження. Наночастинки срібла, завдяки малому розміру та іншим фізико-хімічним властивостям, надзвичайно активні і викликають загибель різних мікроорганізмів: бактерій, вірусів, патогенних грибків. Застосування срібла у вигляді наночастинок дозволяє значно знизити концентрацію срібла зі збереженням примікробних властивостей, у тому числі до мікроорганізмів, стійких до антибіотиків. Іншими важливими ефектами, якими володіє наносрібло, є протизапальний та імуномодулюючий. Ці ефекти дослідники пов'язують з інгібуванням синтезу цитокінів, таких як TNF-a, IL-12, IL-P, а також металопротеїназ матриксу, зокрема ММР-9.

У профілактиці та лікуванні акушерської патології корів досить гостро стоїть проблема захворювань, викликаних умовно-патогенною мікрофлорою. У зв'язку з цим у профілактиці та лікуванні даної патології широко застосовують антибактеріальні препарати. Однак, застосування антибіотиків не завжди ефективне і має ризик до акумулювання у м'язах та переходити в молоко, що заставляє ветеринарну медицину шукати більш дієві засоби боротьби з умовно-патогенними мікроорганізмами. Враховуючи ці фактори доцільно вивчати використання наноаквахелатів металів, які володіють не тільки антисептичними властивостями, але й різноманітною стимулювальною активністю – гематогенною, імуногенною, регенераційною тощо. Наноаквахелати металів володіють комплексною дією при відсутності токсичної та побічної дії, не викликають звикання мікрофлори, не знижують якості отримуваного продукту, характеризуються відносно невеликою вартістю.

Наноаквахелатна форма значно посилює всі без винятку антисептичні та біогенні властивості металів, що надає їх застосуванню особливу етіотропну та патогенетичну корисність. Акушерські патології стають причиною тривалої неплідності корів, передчасного їх вибракування, народження мертвих та нежиттєздатних плодів, нерентабельного використання кормів, чим завдають значних економічних збитків господарствам. При порівнянні терапевтичного ефекту наноаквахелатів металів з іхтіофурановими паличками та левотетрасульфіном, кращий терапевтичний ефект було отримано при лікуванні корів розчином наноаквахелатів металів (одужання було вищим, а тривалість лікування скоротилася). З цього можна зробити висновок, що лікування наноаквахелатами металів є досить ефективним при лікуванні післяродових патологій.

Заслуговує уваги можливість профілактики післяродових ускладнень препаратами з наноаквахелатами металів. Профілактичну ефективність препаратів з наноматеріалами оцінювали в порівнянні з фуразолідоновими паличками у випадках нормального отелення та після оперативних втручань. При застосування наноаквахелатів металів у корів скорочувалися тривалість субінволюції матки та період від отелення до прояву еструсу, підвищувалася заплідненість.

Застосування класу комплексних сполук наноаквахелатів в лікувальній практиці є альтернативою використання антибіотиків у терапії продуктивних тварин, що попереджує ризик виникнення антибіотикообумовлених патологій у споживачів тваринної продукції. На відміну від антибіотиків і фторхінолонів збудники маститу корів чутливі до комплексу наноаквахелатів металів. При лікуванні корів, хворих на мастит, наноаквахелатами металів зменшувалася кількість випадків переходу запалення у приховану форму, попереджувалося виникнення маститу, при затриманні посліду знижувалася захворюваність ендометритом, скорочувалися тривалість інволюції матки та сервіс-період.

Встановлено позитивний вплив супозиторіїв із вмістом наночастинок Купруму на активізацію гуморальної ланки імунної системи організму та створення передумов до відновлення відтворної функції після родів (підвищення вмісту імуноглобулінів класу А та G і зниження вмісту імуноглобулінів класу М, скорочення тривалості сервіс-періоду, зниження індексу осіменіння.

Розроблено препарат антибактеріальної дії на основі нанотехнологій «Йодпротектин» з терапевтичною ефективністю за ендометритів та маститів різних форм.

Співробітниками кафедри ветеринарної хірургії та репродуктології Державного біотехнологічного університету (м. Харків) та відділу нанокристалічних матеріалів Інституту сцинтиляційних матеріалів НАН України (м. Харків) удосконалено ряд вітамінно-гормональних препаратів, що використовуються у схемах лікувально-профілактичних заходів за акушерських, гінекологічних, андрологічних та мамологічних патологій тварин. Зокрема з метою підвищення терапевтичної ефективності препаратів з умістом каротиноїдів, естрогенів та андрогенів використано додавання речовин, що впливають на прооксидантно-антиоксидантну систему та кисневий метаболізм – наночастинок діоксиду церію (DC) та ортованадату (OV) рідкісноземельних елементів, які до того ж можуть проникати у клітини та акумулюватися в ядрах.

Застосування цих препаратів дозволяє оптимізувати окремі показники гомеостазу та прооксидантно–антиоксидантної системи (вміст у сироватці крові каротину, вітаміну А, цинку, загального білка, альбумінів, сумарних глобулінів і фракцій α1, α2, β та γ, малонового діальдегіду, каталази, супероксиддисмутази, вміст в еритроцитах малонового діальдегіду, каталази та відновленого глутатіону, а також показники прооксидантно-антиоксидантного співвідношення і кисневого метаболізму – кількість еритроцитів, вміст гемоглобіну та концентрацію 2,3-дифосфогліцерату).

Так, препарати «Каплаестрол+DC», «Каплаестрол+OV», «Кагадін+OV», «Карафест+OV» та «Карафанд+OV» дозволяють нормалізувати структуру і функцію фето-плацентарного комплексу корів, свиноматок, кролів, овець та кіз і підвищити потенціал розвитку новонароджених телят, поросят, кроленят, ягнят та козенят [7].

Препарат «Каплаестрол+OV», крім цього, виявився ефективним за терапії корів з мастодистрофією сухостійного та лактаційного періодів, забезпечуючи нормалізацію цитограми секрету молочної залози, типів термо- та сонограми, а

також зниження кількості мікробів та соматичних клітин (лейко- та епітеліоцитів).

Застосування препаратів «Каплаестрол+OV» та «Каплаестрол+DC» дозволило підвищити ефективність терапії корів та кіз за гонадопатій. Так, за використання препаратів «Каплаестрол+OV» за гонадодистрофії і «Каплаестрол+DC» за гіпогонадизму забезпечило скорочення періодів від початку обробок до репарації яєчників та прояву еструсу, а також підвищення заплідненості й скорочення тривалості діб неплідності.

За діорганної патології (гіполютеоліз ↔ субклінічний метрит) використання препарату «Каплаестрол+OV» дозволило скоротити терміни клінічного одужання корів та кіз і періоду після лікування до прояву еструсу з підвищенням заплідненості після першого осіменіння.

Препарат «Карафанд+OV» сприяє поліпшенню показників вмісту у сироватці крові каротину, вітаміну А та цинку, нормалізації балансу прооксидантно-антиоксидантної системи, нормалізації динаміці кисневого метаболізму, підвищенню рівня тестостерону у сироватці крові, відновленню статевих рефлексів, нормалізації посто-, термо- та сонограм і в сукупності позитивному впливу на характеристики сперми – збільшенню об’єму еякуляту, підвищенню концентрації спермiїв та їх рухливості, зменшенню вмісту спермiїв з морфологічними аномаліями у кнурів та бугаїв.

Поряд з цим, широке застосування наноматеріалів викликало занепокоєння щодо потенційної токсичності наночастинок. Різні типи наночастинок негативно впливають на статеві клітини самців, репродуктивну систему самок та розвиток плода, особливо зважаючи на невеликий розмір наночастинок, їх простоту проникнення та біосумісність і їх потенційну здатність порушувати плацентарний бар'єр. Ці впливи пов'язані з модифікацією наночастинок, складом, концентрацією, способом введення та видом тварини.

Ранні дослідження демонструють, що завдяки щоденному впливу наночастинки накопичуються і зв'язуються з клітинами організму, порушуючи нормальні фізіологічні системи. Крім того, наночастинки асоціюються з різними розладами, включаючи легеневі ушкодження, гепато-, нейро- , імуно-, та ниркову токсичність і необоротне ураження сім’яників.

Однак, в інших дослідженнях такий вплив заперечується чи не підтверджується, що залежить від ряду умов, таких як, наприклад, характер, тип і розмір наночастинок, а також дозі й, можливо, шлях введення. А наноаквахелати металів володіють комплексною дією при відсутності токсичної та побічної дії, не викликають звикання мікрофлори, не знижують якості отримуваного продукту, характеризуються відносно невеликою вартістю.

До того ж проблема пов'язана ще й з тим, що дослідження проведені не послідовно, і, отже, важко підлягають порівнянню. Щоб заповнити цю прогалину, необхідна більш тісна співпраця нанотоксикологів та вчених-репродуктологів над розробкою та інтерпретацією результатів, а також конкретних гіпотез та розумінь певних аспектів досліджень.

Розвиток технологій відтворення у тваринництві пов'язаний з біотехнологією – міждисциплінарною галуззю, що виникла на стику біологічних, хімічних і технічних наук:

- біофізики, використання якої дозволяє отримувати матеріали про молекулярну структуру і функції мембранного апарату клітин, механізми проникності мембран і метаболізму;

- кріобіології, що дає можливість розробити теорію кріоушкоджень і кріопротекції клітин, що необхідно для створення виробничих технологій тривалого зберігання генетичного матеріалу – сперми, яйцеклітин, ембріонів та їх фрагментів;

- електрорадіофізіології, яка дозволяє здійснювати пошук способів управління власними механізмами організму шляхом передачі необхідної інформації за допомогою модульованого мікрохвильового поля безпосередньо в центри ендокринних і гормональних систем;

- цитоінженерії і мікрохірургії – для проведення інженерних робіт на клітинному рівні з метою створення нових геномів, їх клонування і розмноження;

- неінфекційної імунології, що дає можливість застосовувати методи радіоімунним та імуноферментного аналізу фізіологічного стану організму;

- гібридомної і клональної імунології, що забезпечує можливість створення промислових технологій виробництва високоспецифічних імунних реагентів і біологічно активних сполук;

- репродуктивної ендокринології – для вивчення та управління системами гуморальної регуляції процесів відтворення;

- кріоінженерії – для створення нових конструкцій кріогенної техніки і впровадження в практику нових біотехнологій репродукції;

- ряду інших наук, що раніше не використовувалися в біології і особливо в тваринництві.

Завдяки цьому на сьогодні, крім найбільш відомих методів біотехнології розмноження тварин трансплантації ембріонів та штучного осіменіння тварин, мають місце ксенотрансплантація, партеногенез, клонування, отримання химер, виведення трансгенних тварин, запліднення ооцитів in vitro, поділ сперми за статтю, ділення ембріона на частини (однояйцеві близнята), кріоконсервація сперми та ембріонів [1].

Використання методів репродуктивної біотехнології дозволило одержати вагомі досягнення у тваринництві і все ще залишається перспективою, що надасть змогу значно прискорити розмноження цінних і створення нових генотипів, інтенсифікувати селекційний процес і підвищити генетичний потенціал продуктивності с.-г. тварин. Так, біологічною наукою розроблені прийоми стимуляції та синхронізації статевого циклу, що сприяє поліпшенню функціонального стану репродуктивного апарату, відновлювальним та коригуючим процесам статевої функції, усунення та профілактики причин функціональних відхилень, зменшення тривалості неплідності, і відповідно, збільшення продуктивності тварин [15].

Висновки:

1. Сучасні програми діагностики репродуктивних патологій, прогнозування перебігу родів, оцінки стану ембріонів / плодів та клінічного стану новонароджених ґрунтуються на розробках суміжних наук і дозволяють виявити об'єктивну інформацію, обґрунтовувати та своєчасно здійснити відповідні терапевтичні чи профілактичні заходи.

2. Все більшого поширення у превентивних та терапевтичних заходах за акушерських, гінекологічних, мамологічних та андрологічних захворювань тварин набуває використання наночастинок з вивченим впливом у складі препаратів, що надає можливість більш широкого впровадження нанотехнологічних методів в практику репродуктивної ветеринарної медицини з прогнозованими наслідками і високою ефективністю.

3. Розвиток технологій відтворення у тваринництві пов'язаний з біотехнологією, яка є міждисциплінарною галуззю і виникла на стику біологічних, хімічних і технічних наук.

ЛІТЕРАТУРА

1. Безуглий М. Д. Методи біотехнології відтворення сільськогосподарських тварин. Х.: Харківський біотехнологічний центр, 2002. 160 с.

2. Бережков Д. В., Москвичева М. Г., Литвиненко И. В. Современные возможности ультразвукового исследования в акушерстве и гинекологии в частной медицинской клинике. *Медицинская визуализация*. 2015. № 3. С. 114–122.

3. Борисевич В. Б. (*Ред*.) Здобутки нанотехнології в лікуванні та профілактиці хвороб тварин. Нановетеринарія (впровадження інноваційних технологій). К.: Ліра, 2009. 182 с.

4. Кошевой В. П. (*Ред*.). Озономістські препарати та їх використання у ветеринарній репродуктології (методичні рекомендації). Х., 2014. 81 с.

5. Кошевой В. П. (*Ред*.). Термографічна діагностика у ветеринарному акушерстві, гінекології та андрології (методичні рекомендації). Х., 2013. 52 с.

6. Кошевой В. П. (*Ред*.). Комплексні препарати, створені на основі нано-біоматеріалів та їх використання у ветеринарній репродуктології (методичні рекомендації). Д.: Вид-во «Пороги», 2016. 110 с.

7. Кошевой В. П., Іванченко М. М., Скляров П. М., Федоренко С. Я., Науменко С. В., Беседовський В. П., Онищенко О. В., Коноваленко К. С. Фітобари: розробка методик отримання з них препаратів для використання у ветеринарному акушерстві, гінекології та андрології. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини: зб. наук. праць Харк. держ. зоовет. акад.* Х.: РВВ ХДЗВА, 2010. Вип. 21, Ч. 2, Т. 1. С. 142–147.

8. Лях А. Л., Ховайло Е. В. Ховайло В. А., Толкач А. Н. Тепловизионные исследования в ветеринарной медицине: практическое руководство. Витебск: ВГАВМ, 2021. 26 с.

9. Макаров В. В. Совершенствование и внедрение современных методов и средств диагностики, терапии и профилактики инфекционных, инвазионных и

незаразных болезней животных. *Ветеринарная патология*. 2007. №1. С. 187–199.

10. Мальцева Б. М. Современные методы диагностики беременности и бесплодия животных. *Ветеринария. Реферативный журнал*. 2004. № 1. С. 112.

11. Митяшова О. С., Гусев И. В., Лебедева И. Ю. Обмен веществ и репродуктивная функция в послеродовой период у коров-первотелок при введении им экстракта плаценты. *Сельскохозяйственная биология*. 2017. № 2. С. 323–330.

12. Прокопьева Н. И., Спиридонова М. В. Современные приборы и диагностические технологии в ветеринарной медицине (обзорный дидактический материал) (учебно-методическое пособие). *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.* 2013. № 11. С. 74–75.

13. Скляров П. М., Федоренко С. Я., Науменко С. В., Онищенко О. В., Іванченко М. М., Клочков В. К., Єфімова С. Л., Прудніков В. Г., Малюкін Ю. В. Застосування нанобіоматеріялів у ветеринарній репродуктології. *Nanosistemi, Nanomateriali, Nanotehnologii.* 2021. Т. 19, No 2. С. 445–473.

14. Скляров П. М., Федоренко С. Я., Науменко С. В., Іванченко М. М., Онищенко О. В., Пастернак А. М., Кошевой В. І. Інноваційні розробки школи ветеринарних репродуктологів професора В. П. Кошевого: довідник. Х.: ТОВ «ПромАрт», 2019. 130 с.

15. Яблонський В. А., Яблонська О. В., Желавський М. М. Актуальні проблеми біотехнології відтворення тварин. *Наук. вісник Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України.* 2015. Вип. 221. С. 165–169.

16. Gupta R., Sharma V. Applications of nanoparticles in veterinary diagnostics, therapeutics and research. *Journal of immunology and immunopathology*. 2016. Vol. 18, Is. 1. P. 13–18.

17. Lahiri B.B., Bagavathiappa, S., Jayakumar T., Philip J. Medical applications of infrared thermography: a review. *Infrared Physics & Technology.* 2012. Vol. 55, Is. 4. P. 221–235.

18. Papp Z., Fekete T. The evolving role of ultrasound in obstetrics/gynecology practice. *International Journal of Gynecology & Obstetrics.* 2003. Vol. 82, Is. 3. P. 339–346.

19. Re L., Mawsouf M. N., Menéndez S., León O. S, Sánchez G. M., Hernández F. Ozone therapy: clinical and basic evidence of its therapeutic potential. *Arch. Med. Res.* 2008. Vol. 39, Is. 1. P. 17–26.

20. Skliarov P., Fedorenko S., Naumenko S., Koshevoy V., Pelyh K. The development of phyto- and tissue origin medicines for veterinary reproductive issues. *Scientific Horizons.* 2021. Vol. 24, No. 8. C. 15–25.

ОБҐРУНТУВАННЯ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ ВИСОКОЇ ЯКОСТІ

Калина В. С.

Застосування системного підходу до зниження втрат виступає одним із найбільш пріоритетних завдань сьогодення. За даними FAO втрати харчової і кормової сировини вздовж продовольчого ланцюга перевищують 30%. Тому гострою є необхідність підвищення ефективності технологічних процесів агропромислового комплексу. У центрі уваги проведеної наукової роботи знаходяться технології отримання харчових продуктів високої якості за умови ресурсозбереження. Однією з найбільших загроз продовольчої безпеки є нераціональне використання сільськогосподарської сировини. У результаті проведеної наукової роботи обґрунтовано технологічні заходи щодо ресурсозбереження за умови відповідності критеріям безпечності та поживності (енергетичної і біологічної цінності). Наведений аналіз напрацювань, отриманих в ході виконання наукової роботи, дає змогу стверджувати, що результати наукової роботи є принципово новими у галузі.

Обґрунтування ресурсозберігаючих технологій переробки сільськогосподарської продукції як сировини для виробництва харчової продукції покликаний вирішувати наявні проблеми обмеженості продовольчих ресурсів і збалансованості харчування. Це можливо за рахунок нівелювання впливів шкідливих факторів мікробіологічної, хімічної та фізичної природи на основі принципів економічної доцільності, екологічної безпечності та технологічної ефективності. Визначення оптимальних режимів обробки сільськогосподарської сировини рослинного походження дозволить підвищити рівень якості і безпечності готової харчової продукції. Це матиме соціальний ефект з точки зору зниження ризиків розвитку аліментарних захворювань. Також буде підвищено ефективність технологічних процесів на переробних і харчових підприємствах, зростатиме рентабельність їх виробництва, буде зміцнюватися експортний потенціал українських харчових підприємств.

Метою дослідження є розробка маловідходної ресурсоощадної технології комплексної переробки жирної коріандрової олії на основі рафінування та фракціювання.

Об’єктом дослідження є технологія рафінації та фракціювання жирної коріандрової олії.

Предметом дослідження є фізико-хімічні показники початкової і рафінованої жирної коріандрової олії та її фракцій; технологічні параметри екстракційної рафінації та фракційної кристалізації жирної коріандрової олії.

Сучасна концепція здорового харчування людини обумовлює доцільність нового підходу до технологій харчових олієжирових продуктів. Використання таких харчових продуктів є перспективним і може сприяти профілактиці захворювань, зберігаючи здоров’я і довголіття людини.

Натуральні рослинні олії, що містять ненасичені жирні кислоти, займають важливе місце у харчуванні людини як продукти щоденного використання.

Новим продуктом, який дозволить розширити асортимент харчових рослинних олій та жирів може стати жирна коріандрова олія (ЖКО). На даний час ця олія є відходом при виробництві високоякісної ефірної коріандрової олії і кваліфіковано не використовується. Разом з тим, ЖКО є джерелом ненасичених олеїнових кислот (до 85%), основною з яких є петрозелінова кислота (до 75%), що відрізняється від олеїнової більш високою температурою плавлення (30 ˚С) [1; 2]. Цю властивість ЖКО доцільно використати для отримання із неї фракції напівтвердого жиру, що не містить транс-ізомерів, майже не містить насичених жирних кислот (< 4%), та зможе розширити асортимент жирів спеціального призначення.

Однак дотепер ЖКО використовується в Україні тільки для технічних потреб: у виробництві технологічних мастил, рідин, присадок тощо. Ефективне використання нерафінованої ЖКО в харчових технологіях обмежено через вміст великої кількості вільних жирних кислот, що утворюються під час видобування ефірної олії з насіння коріандру (кислотне число до 17 мг КОН/г). Традиційні способи рафінування (вилучення вільних жирних кислот) є нерентабельними для ЖКО, оскільки передбачають утворення великих обсягів відходів (більше 12%).

Для олій, які мають харчове призначення, одним із важливих показників якості є вміст вільних жирних кислот. Недозрілість, висока дефектність насіння і т. ін. є причинами одержання висококислотних олій. Несприятливі умови зберігання олії, особливо в присутності вологи, також ведуть до підвищення вмісту вільних жирних кислот. Це знижує якість олій, погіршує їх харчову цінність [3].

На даний час існує тенденція до скорочення числа технологічних операцій, пов’язаних з дією температури, кисню повітря та інших факторів на ацилгліцеридну частину жиру. У зв’язку з цим рафінацію олій і харчових гідрованих жирів намагаються проводити без застосування лужної обробки, а видалення вільних жирних кислот і одоруючих речовин суміщають з дистиляційною рафінацією [4].

В даний час важливим та актуальним питанням є забезпечення спеціальними жирами кондитерської, маргаринової та ін. галузей харчової промисловості. Ці жири характеризуються конкретним діапазоном температур плавлення, твердості та інших фізико-хімічних і структурно-механічних характеристик. Для забезпечення кондитерської промисловості жирами Павловою І. В. вивчено нові теоретичні закономірності та явища в області кристалізації харчових олій та досліджено механізм їх кристалізації. Були досліджені пальмова, соєва, бавовняна, пальмоядрова олія та олія ши з метою отримання замінників масла какао. При цьому використано такі розчинники як ацетон та гексан, що не є харчовими речовинами [5].

Куницею К. В. в 2014 році розроблено технологію модифікованих жирів із олії нових ліній соняшнику з використанням методу фракційної кристалізації та одержано жир хлібопекарський спеціального призначення, що не містить промислових транс-ізомерів жирних кислот. Фракціювання проведено з використанням бутилового спирту, що призвело до збільшення швидкості процесу кристалізації та зменшення захвату рідкої фракції [6].

Схема технологічних процесів комплексної переробки жирної коріандрової олії. На підставі виконаних досліджень та теоретичних узагальнень одержаних результатів розроблено універсальну апаратурно-технологічну схему одержання рафінованої ЖКО та спеціальних фракцій методами екстракційної рафінації та фракційної кристалізації (*рис. 1)* [7].

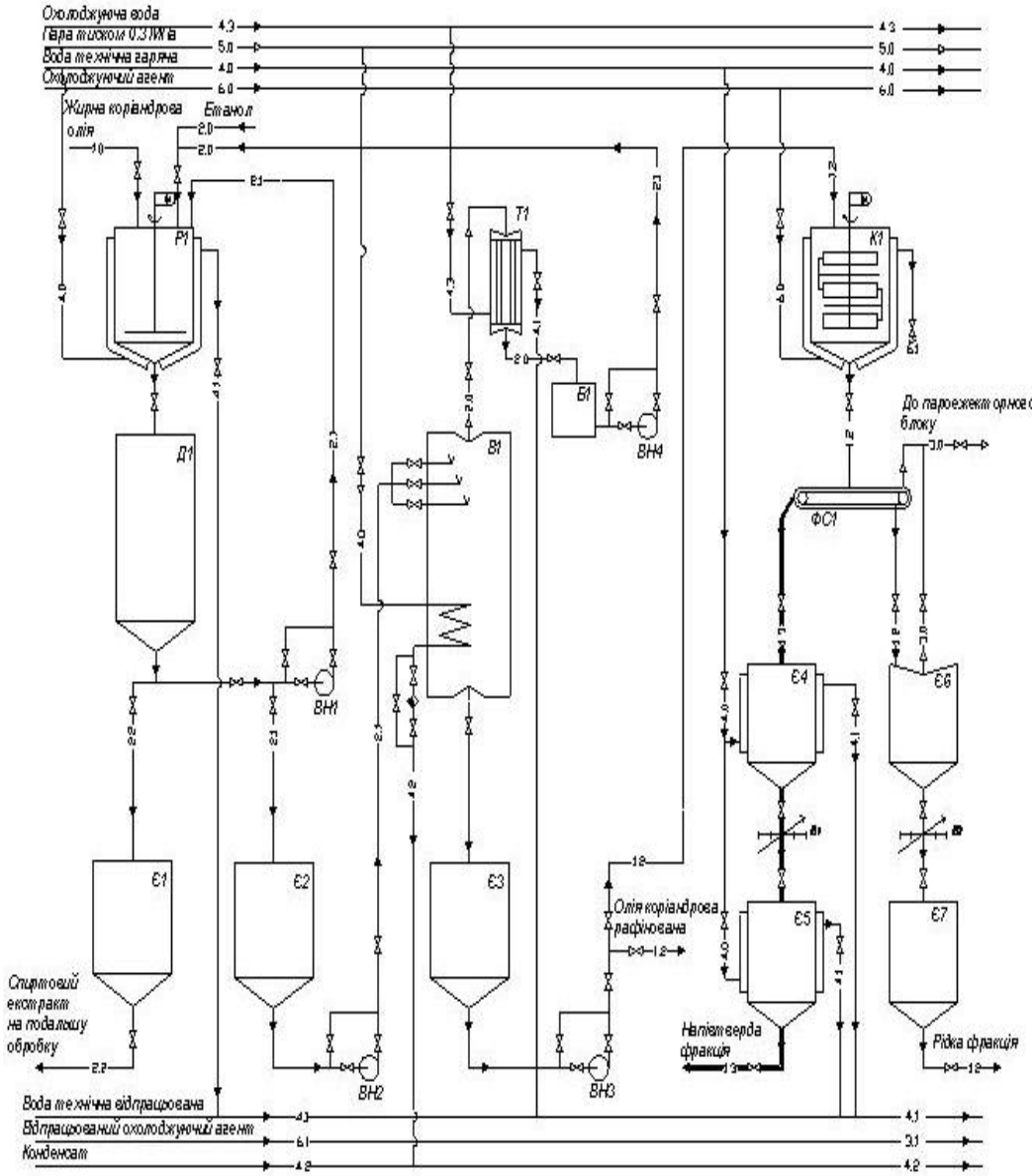


Рис. 1. Апаратурно-технологічна схема комплексної переробки жирної коріандрової олії

Р1 – реактор, Є 1-7 – ємності, Д1 – декантатор, ВН 1-4 – відцентрові насоси, В – випарний апарат, К1 – кристалізатор, Т1 – теплообмінник, Б1 – бак, ФС1 – фільтр стрічковий, В 1-2 – ваги

Відповідно до цієї схеми технологічний процес екстракційної рафінації ЖКО здійснюють наступним чином: у реактор *Р1* подають нерафіновану ЖКО та етиловий спирт. У реакторі *Р1* суміш перемішують та підігрівають до +78 ˚С, витримують при цій температурі 10 хв і направляють у декантатор *Д1*, в якому здійснюється динамічне розділення суміші на два шари: верхній – спиртовий екстракт, нижній – очищена ЖКО. Декантують очищену ЖКО із декантатору *Д1* і відцентровим насосом *ВН1* передають у реактор *Р1* та додають етиловий спирт. Цю операцію повторюють ще 2 рази. Верхній шар – спиртовий екстракт із декантатору *Д1* направляють самопливом у ємність *Є1* та на подальшу обробку (етиловий спирт відганяють за допомогою ректифікаційної установки та повертають у технологічний процес, а екстракт – концентрат жирних кислот реалізують товаровиробникам). Рафіновану ЖКО із *Д1* направляють самопливом у ємність *Є2* та відцентровим насосом *ВН2* направляють у випарний апарат *В1,* де висушують ЖКО при температурі 80 ˚С від залишків етилового спирту. Висушену рафіновану ЖКО направляють самопливом у ємність *Є3*. Пари етилового спирту з випарного апарату *В1* направляють до теплообмінника *Т1*, де вони конденсуються та самопливом потрапляють у бак *Б1*, звідти відцентровим насосом *ВН4* етиловий спирт повертають у технологічний процес екстракційної рафінації до реактору *Р1*.

Для одержання спеціальних фракцій із рафінованої ЖКО проводять технологічний процес фракційної кристалізації, який здійснюють наступним чином: із ємності *Є3* рафіновану ЖКО відцентровим насосом *ВН3* направляють у кристалізатор *Кр*. У кристалізаторі *Кр* олію перемішують та охолоджують до температури +5 ºС з темпом 1 ºС/год. Охолодження олії чиниться циркуляцією води в сорочці кристалізатора.

Розділення фракцій відбувається шляхом фільтрації кристалізованої олії на фільтрі *ФС1*. Суміш фракцій із кристалізатора *Кр* самопливом подають на фільтр *ФС1*, на якому за допомогою вакууму відбувається відділення рідкої фракції олії, яка потрапляє у середину фільтра, від напівтвердої фракції – «Петрозелін коріандровий», що залишається у вигляді осаду на поверхні стрічки фільтру. За допомогою ножа осад знімається зі стрічки та надходить до ємності *Є4*, яка оснащена водяною сорочкою, в яку подається гаряча вода. Рідкий «Петрозелін коріандровий» проходить через ваги *В1* та збирається в ємності *Є5* звідки направляється на фасування. Рідка фракція самопливом відводиться з фільтру *ФС1* у вакуумну ємність *Є6*, проходить через ваги *В2* та збирається в ємності *Є7* звідки направляється на фасування.

За розробленою технологічною схемою комплексної переробки ЖКО одержано дві фракції: рідка та напівтверда. Напівтверда фракція ЖКО – «Петрозелін коріандровий» відповідає вимогам до якості жиру булочного призначення, рідку фракцію запропоновано для використання в рецептурах хлібних виробів.

Пропозиції щодо застосування «Петрозеліну коріандрового» в рецептурі булочних виробів. Хлібобулочні вироби є одними із найбільш споживаних продуктів серед населення України. Незважаючи на популярність цих продуктів повсякденного вживання людини, вони мають достатньо

незбалансований хімічний склад і недосконалу харчову і біологічну цінність. Відомо, що переробка зерна в борошно і подальше його використання для виготовлення хлібобулочних виробів значно зменшує біологічну цінність і збалансованість основних корисних речовин. Будучи джерелом вуглеводів, в першу чергу – крохмалю, хлібобулочні вироби містять незначну кількість білків і жирів.

В число основних світових тенденцій, направлених на здорове харчування населення, входить збагачення хлібобулочних виробів різноманітними корисними речовинами для підвищення їх харчової цінності. Ситуацію може покращити додаткове внесення рослинних жирів в рецептуру хлібобулочних виробів.

Відомо, що жири відіграють важливу роль у хлібопеченні, а саме: забезпечують пом'якшення тіста, обволікають нитки глютену і зерна крохмалю, надаючи м'якушці пружність, пишність, еластичність і газоутримуючу здатність.

Важливим є не тільки основний вміст жиру, але і якісний його склад. При виборі жировмісної сировини керуються, в першу чергу, її харчовою цінністю і здатністю найбільшою мірою покращувати якість готового продукту. У зв'язку з цим досліджено використання рафінованої та фракціонованої ЖКО в рецептурах хлібобулочних виробів.

Одним із продуктів комплексної переробки ЖКО є «Петрозелін коріандровий» [8]. Він має температуру плавлення 19÷25 ˚С, тому цікавим було дослідити його використання в якості хлібопекарського жиру [9].

Порівняльна характеристика показників якості «Петрозеліну коріандрового», отриманого за розробленою технологією (*табл. 1*).

Таблиця 1

Органолептичні та фізико-хімічні показники «Петрозеліну коріандрового»

Назва показника	Хлібопекарський жир згідно з ДСТУ 4335	«Петрозелін коріандровий»
Запах і смак	Чистий смак. Запах введеного ароматизатора	Без присмаку, без стороннього запаху та гіркоти
Колір	Від світло-жовтого до жовтого	Світло-жовтий
Консистенція	Однорідна	Однорідна
Масова частка жиру, %, не менше ніж	99,70	99,95÷99,97
Масова частка вологи та летких речовин, %, не більше ніж	0,30	0,03÷0,05
Кислотне число, мг КОН/г, не більше ніж	0,8	0,4÷0,5
Температура плавлення, °С	17,00÷27,00	19,17÷25,48

Температура застигання, °С	не вище 15,00	14,48÷14,90
Пероксидне число, ммоль ½О/кг - під час випуску з підприємства	5,0	4,02÷4,05

Досліджувані зразки готували з використанням борошна пшеничного вищого сорту ТМ «Дніпромлин», дріжджів хлібопекарських пресованих ТМ «Львівські», солі кухонної харчової, жиру з повною заміною маргарину на «Петрозелін коріандровий» (*табл. 2*).

Таблиця 2

Рецептура для приготування тіста для булочних виробів «Плюшка»

Найменування рецептурних компонентів	Витрата сировини на 100 кг борошна, кг	
	Контрольний зразок	Дослідний зразок
Борошно пшеничне вищого гатунку	100,0	100,0
Дріжджі	3,0	3,0
Сіль	0,70	0,70
Цукор	23,0	23,0
Яйце	2,0	2,0
Маргарин	10,0	–
«Петрозелін коріандровий»	–	7,2
Ванілін	0,1	0,1

Органолептичні та фізико-хімічні показники зразків досліджених булочних виробів «Плюшка» визначено згідно стандартних методик (ДСТУ-П 4587) (*рис. 2, табл. 3).*



Рис. 2. Дослідні зразки булочних виробів «Плюшка»

Таблиця 3

Органолептичні та фізико-хімічні показники булочних виробів «Плюшка» з використанням в їх рецептурі «Петрозеліну коріандрового»

Назва показника		Характеристика		
		Показники згідно з ДСТУ-П 4587	Контрольний зразок	Дослідний зразок
Форма		Відповідає виду виробу, не розпливчаста, без притисків, з чітко вираженим слоїнням	+	+
Поверхня		Відповідає виду виробу	+	+
Колір		Від світло-коричневого до коричневого, без підгорілості	Коричневий, без підгорілості	Коричневийбе з підгорілості
Стан м'якушки		Пропечений, не вологий на дотик, без слідів непромісу	+	+
Смак		Властивий даному виду виробів, без стороннього присмаку	+	+
Запах		Властивий даному виду виробів, без стороннього присмаку	+	+
Вологість м'якушки, %, не більше ніж		37,0	32,8	32,7
Кислотність м'якушки, град, не більше ніж		2,5	2,1	2,1
Масова частка в перерахунку на суху речовину, %	цукру	9,7±1,0	10,2	10,1
	жиру	4,3±0,5	4,2	4,3

За одержаними органолептичними та фізико-хімічними показниками булочні вироби з повною заміною жирової сировини у рецептурі на напівтверду фракцію ЖКО – «Петрозелін коріандровий» відповідають вимогам діючої нормативної документації і відрізняються кращими фізико-хімічними показниками, ніж передбачено нормативною документацією. Тому одержана напівтверда фракція ЖКО може бути використана у технологіях хлібобулочних виробів в якості хлібопекарського жиру.

Пропозиції щодо застосування рафінованої жирної коріандрової олії в рецептурах хлібних виробів. З метою підтвердження можливості застосування рафінованої ЖКО в технологіях хлібних виробів, було обрано дві рецептури хлібу, які містять в собі жировий інгредієнт – рафіновану соняшникову олію: хліб «Урожайний» (2% жирового інгредієнту) і «Дніпровський» (4% жирового інгредієнту) згідно ГСТУ 158.00389676.009-2000. Лабораторне випробування проводили з повною заміною жирового інгредієнту (соняшникової олії) на рафіновану ЖКО [10].

Досліджувані зразки готували з використанням борошна пшеничного вищого сорту ТМ «Дніпромлин», дріжджів хлібопекарських пресованих ТМ «Львівські», солі кухонної харчової, рафінованої ЖКО (одержаної в лабораторних умовах за способом екстракційної рафінації 96%-вим етиловим

спиртом), молока ТМ «Злагода» і води, кількість якої залежить від вологості борошна (*табл. 4*).

Таблиця 4

Рецептура для приготування тіста хлібу «Урожайний» та «Дніпровський»

№ з/п	Назва сировини	Витрата сировини на 100 кг борошна			
		«Урожайний»		«Дніпровський»	
1	Борошно вищого сорту	100	100	100	100
2	Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,0	2,0	2,0	2,0
3	Сіль кухонна харчова	1,5	1,5	1,5	1,5
4	Рафінована соняшникова олія	2	–	4	–
5	Рафінована ЖКО	–	2	–	4
6	Молоко	–	–	10	10

Після випікання формового хліба визначали його якість за органолептичними і фізико-хімічними методиками. Також якість готових хлібних виробів визначали методом бальної оцінки. До органолептичних показників відносять зовнішній вигляд хлібного виробу (правильність форми, колір і стан поверхні скоринки), стан м'якушу (колір, структура пористості, реологічні властивості), смак і аромат. Під час оцінки зовнішнього вигляду відмічалася симетричність і правильність форми виробу. Вироби мали гладку поверхню без тріщин і підривів. Колір скоринки характеризувався як золотисто-жовтий. Структуру пористості оцінювали за розміром, рівномірним розподіленням, товщиною стінок пор. Реологічні властивості м'якушу визначали органолептично (*рис. 3*).

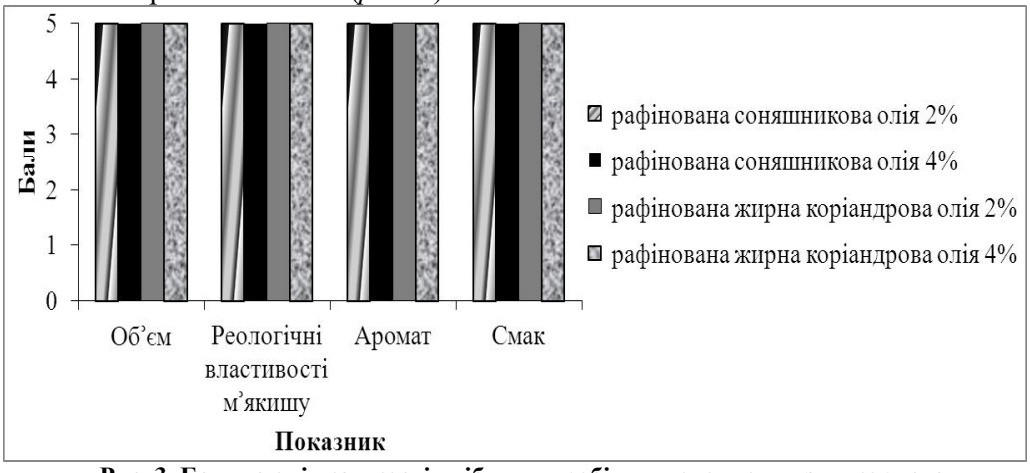


Рис. 3. Бальна оцінка якості хлібних виробів, виготовлених з використанням рафінованих соняшникової та коріандрової олій

Було встановлено, що зразки хлібних виробів, які містять рафіновану ЖКО, відповідають нормам за показниками якості згідно ДСТУ 7045:2009.

Наряду з цим, використання рафінованої ЖКО у кількості 2% и 4% від кількості борошна в тісті дозволило отримати продукцію з поліпшеними споживчими властивостями. Застосування рафінованої ЖКО в рецептурах хлібобулочних виробів дозволяє розширити асортимент за рахунок їх збагачення фізіологічно активними речовинами (ненасичені жирні кислоти, бета-каротин, фосфоліпіди, хлорофіли).

Бальна оцінка випечених зразків хлібів з використанням ЖКО показала, що вони практично не відрізняються від зразків, виготовлених за традиційною рецептурою. Тому наступним етапом досліджень було визначення фізико-хімічних показників отриманих хлібних виробів. Одним із них є масова частка вологи хлібних виробів, від якої залежить їх фізіологічна цінність і техніко-економічні показники роботи хлібопекарних підприємств. Чим більше вологість м'якуша виробу, тим менше в ньому поживних речовин і нижче його енергетична цінність.

Другим показником, що характеризує засвоюваність хлібу є пористість з урахуванням її структури (величини пор, однорідності, товщини стінок). Виріб з тонкостінною пористістю швидше просочується шлунковим соком і краще засвоюється.

Кислотність хлібопекарської продукції відображає вміст органічних кислот і їх солей в м'якушці виробу і залежить як від рецептурного складу продукту, так і від режимів проведення технологічного процесу виробництва (*табл. 5*).

Таблиця 5

Порівняльні фізико-хімічні показники хлібних виробів

№ з/п	Найменування жирових інгредієнтів (їх відсотковий вміст у виробі)	Фізико-хімічні показники хлібних виробів			
		Вологість, %, не більше	Кислотність, град, не більше	Пористість, %, не менше	Питомий об'єм, $см^3/г$, не менше
1	Рафінована соняшникова олія (2%)	29	2,0	72	4,6
2	Рафінована соняшникова олія (4%)	30	2,0	72	4,4
3	Рафінована ЖКО (2%)	29	2,0	72	4,6
4	Рафінована ЖКО (4%)	30	2,0	73	4,5
Показники згідно ГСТУ 158.00389676.009-2000		42	3,0	70	4,5

Дані з таблиці свідчать про те, що:

– вологість досліджуваних зразків нижче показників ГСТУ. Вологість, як правило, впливає на термін зберігання готової продукції: з її збільшенням цей показник зменшується, що пов'язано з підвищенням вмісту в продукті вільної

вологи. Зниження вологості досліджуваних хлібних виробів, збільшення відносного вмісту сухих речовин продукту сприятливо впливає на термін його зберігання;

– кислотність зразків знаходиться в допустимих межах, що підтверджує раціональність використання рафінованої ЖКО в рецептурі хлібних виробів як джерела ненасичених жирних кислот;

– пористість зразків відповідає вимогам нормативної документації для всіх зразків;

– питомий об'єм хлібного виробу визначали – це показник відношення обсягу виробу до його маси. Чим вище це відношення, тим краще зовнішній вигляд виробу – вироби високі, з опуклою верхньою скоринкою.

Всі зразки відповідають нормам за основними фізико-хімічними показниками якості для хлібних виробів, а наявність фізіологічно активних речовин в готовій продукції додатково підвищують її харчову та фізіологічну цінність. Тому доцільно використовувати рафіновану ЖКО в технології хлібних виробів.

Крім органолептичних та фізико-хімічних показників досліджували термін зберігання готових зразків хліба. Виявлено, що досліджувані зразки хліба з вмістом рафінованої ЖКО залишалися свіжими 3 дні, тоді як зразки хліба з вмістом рафінованої соняшникової олії зберігалися свіжими всього 2 дні. Це дає можливість припустити, що збільшенню терміну зберігання зразків із вмістом рафінованої ЖКО сприяє вміст в ній природних антиоксидантів.

Медико-біологічні дослідження показників рафінованої жирної коріандрової олії. Харчовий інгредієнт вважається безпечним, коли в ньому відсутні гостра та хронічна токсичність, канцерогени, мутагени, тератогенні й гонадотоксичні властивості. Показники якості та безпеки обумовлюють спосіб застосування харчового інгредієнту.

Експеримент з визначення медико-біологічних показників досліджуваного зразка проводили на шестидесяти білих безпорідних лінійних щурах із масою тіла 150–170 г в лабораторії Дніпровської медичної академії МОЗ України. Тварини містились в умовах віварію за температурою 20–22˚С і вологістю 40–60%.

Для здійснення досліджень використовували зразки «Петрозеліну коріандрового» [11], який одержаний екстракційною рафінацією вільних жирних кислот із ЖКО 96%-вим етиловим спиртом та подальшою фракційною кристалізацією.

Після введення зразків спостерігали за тваринами тривалістю 5 діб, враховували загальний стан, стан шерстного покриву, чутливість до зовнішніх збуджувачів. Встановлено, що жодний щур під час експерименту не загинув. Під час всього експерименту тварини не проявляли неадекватних поведінкових реакцій (*табл. 6*).

Таблиця 6

Результати комплексного біохімічного дослідження показників крові щурів

№ з/п	Показники	Результати						Норма
		№ зразка*						
		1	2	3	4	5	6	
1	Загальний білок, г/л	70,0	76,0	75,0	72,0	71,0	60,0	72,5 ± 3,5
2	Альбуміни, г/л	31,0	32,0	31,0	33,0	33,0	30,0	30,5 ± 4,5
3	Глобуліни, г/л	39,0	44,0	44,0	39,0	38,0	31,0	41,5 ± 8,5
4	Білковий коефіцієнт, од	0,8	0,7	0,7	0,9	0,9	1,0	0,78 ± 0,28
5	Сечовина, ммоль/л	5,9	6,0	7,2	6,0	9,1	8,8	8,95 ± 1,75
6	Азот сечовини, мг%	34,4	31,5	30,8	33,5	32,4	31,8	34,5 ± 3,5
7	Креатинін, мкмоль/л	82,0	79,0	71,0	81,0	104,0	87,0	86 ± 18
8	Аспартатамінотрансфераза, од/л	162,0	174,0	163,0	175,0	177,0	120,0	134 ± 62
9	Аланінамінотрансфераза, од/л	129,0	107,0	122,0	122,0	145,0	122,0	125 ± 15
10	Індекс де Рітіса, од	1,26	1,63	1,34	1,43	1,22	0,98	1,05 ± 0,35
11	Лужна фосфатаза, од/л	255,0	277,0	210,0	275,0	293,0	235,0	204 ± 86
12	а-амілаза, г/л	121,0	110,8	143,6	122,1	129,2	100,5	120 ± 40
13	Білірубін загальний, мкмоль/л	4,2	4,1	3,4	3,6	4,0	4,0	5,2 ± 1,9
14	Глюкоза, ммоль/л	5,58	5,92	5,83	5,20	5,60	5,96	5,97 ± 0,92
15	Кальцій, ммоль/л	2,12	2,48	2,38	2,52	2,37	2,56	2,51 ± 0,16
16	Неорганічний фосфор, ммоль/л	2,8	3,1	2,5	2,4	2,9	2,7	3,01 ± 0,78
17	Са/Р, од	0,8	0,8	0,9	1,1	0,8	0,9	0,9 ± 0,2
18	Ліпопротеїди загальні, мг%	693,8	713,6	804,3	492,5	788,3	720,8	600 ± 200
19	Холестерин, ммоль/л	1,6	1,53	1,16	1,19	1,67	1,24	1,7 ± 0,4

Примітка: * – зразок аналізу крові щура, якого годували «Петрозеліном коріандровим» в кількості: 1 – 0 мл; 2 – 0,1 мл; 3 – 0,5 мл; 4 – 1,0 мл; 5 – 1,5 мл; 6 – 2,0 мл.

Дані свідчать, що результати біохімічного дослідження сироватки крові білих лінійних щурів знаходяться у межах нормованих показників для здорових тварин.

Вміст речовин, що виявлені спектрофотометричним методом у жирній коріандровій олії. Для визначення наявності хлорофілів, вмісту каротиноїдів в рафінованій ЖКО та підтвердження видалення ВЖК із нерафінованої ЖКО виконано її спектрофотометричні дослідження (*рис. 4*).

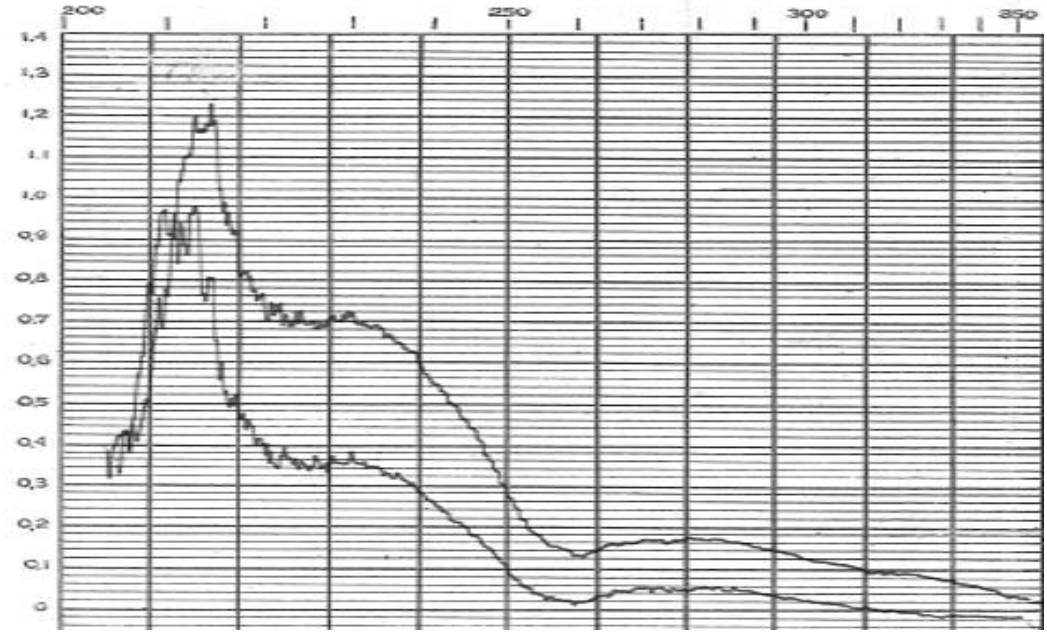


Рис. 4. Спектри поглинання розчинів початкової та рафінованої ЖКО в ультрафіолетовій області (концентрація 10 мг/мл, кювета 2 мм): 1 – початкова ЖКО; 2 – рафінована ЖКО

При аналізі спектрів поглинання розчинів початкової та рафінованої ЖКО в ультрафіолетовій області (200-350 нм) виявлено декілька смуг поглинання. А саме, дві несиметричні широкі смуги (верхня – початкова ЖКО, нижня – рафінована ЖКО) в області 200-250 нм з максимумом при 210-215 нм (D=1,22 і D=0,98 відповідно). Ці смуги пов´язані з поглинанням насичених і ненасичених ЖК (спектри поліненасичених ЖК з ізольованими подвійними зв'язками не відрізняються від спектрів мононенасичених жирних кислот, так як визначальним в спектрах хромофором є ізольований етиленовий зв'язок. Симетрична широка смуга від 260 нм до 310 нм характеризується поглинанням, в основному, триацилгліцеринів. Зменшення оптичної густини рафінованої ЖКО при 280 нм до D=0,06 пояснюється розчинністю ВЖК в екстрагенті та їх вилученням у технологічному процесі екстракційної рафінації ЖКО. Таким чином, підтверджено, що екстракційна рафінація забезпечує вилучення ВЖК із початкової ЖКО (*рис. 5*).

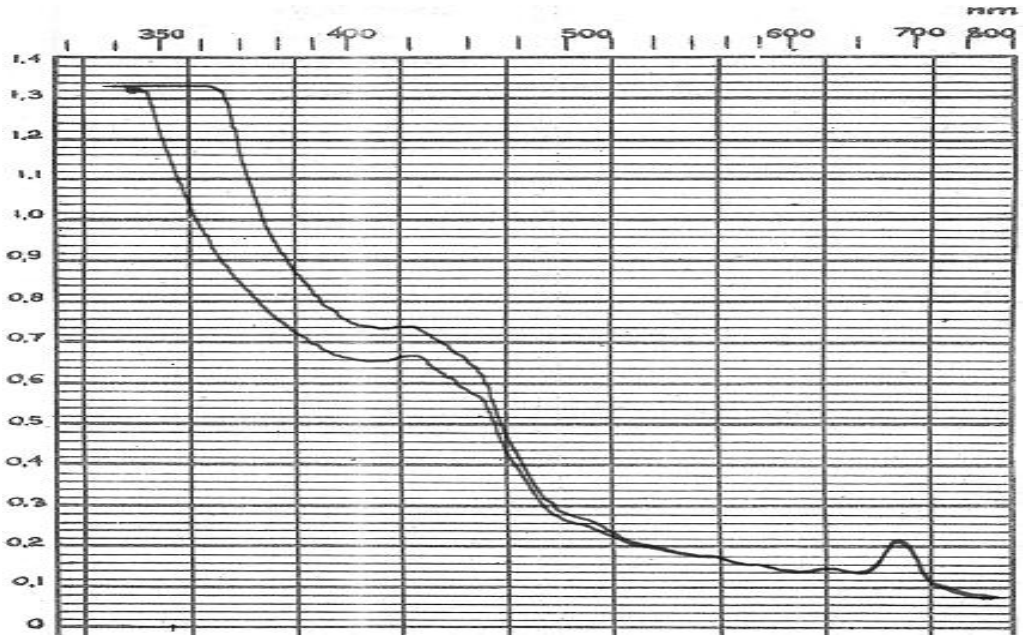


Рис. 5. Спектри поглинання розчинів початкової та рафінованої ЖКО у видимій області (концентрація 40 мг/мл, кювета 10 мм):
1 – початкова ЖКО; 2 – рафінована ЖКО

При аналізі спектрів поглинання розчинів початкової та рафінованої ЖКО виявлено дві смуги у видимій області спектру 360-750 нм. А саме, дві прості, несиметричні, широкі смуги в області 400-480 нм з максимумом при 420 нм пов´язані з поглинанням каротиноїдів. Зменшення оптичної густини рафінованої ЖКО при 420 нм до D=0,67 пояснюється частковою розчинністю каротиноїдів, наприклад ксантофілів, в етиловому спирті в технологічному процесі екстракційної рафінації ЖКО. Виявлено, що в області 500-750 нм дві смуги зливаються в одну з двома симетричними піками поглинання. Пік при 640 нм з оптичною густиною D=0,15 відноситься до хлорофілу *b,* пік при 660 нм з D=0,225 – до хлорофілу *a*. Співвідношення хлорофілів *a/b* = 1,5. Таким чином, визначено, що екстракційна рафінація ЖКО забезпечує вилучення вільних жирних кислот, але не впливає на вміст природного хлорофілу у рафінованій ЖКО.

Жирнокислотний склад цільових фракцій жирної коріандрової олії. Виконано дослідження жирнокислотного складу рідкої і напівтвердої фракцій [12], що отримані після сухого фракціювання ЖКО (*табл. 7*).

Таблиця 7

Жирнокислотний склад рідкої та напівтвердої фракцій ЖКО

№ піку	Рідка фракція		Напівтверда фракція	
	Жирна кислота	Вміст жирної кислоти, %	Жирна кислота	Вміст жирної кислоти, %
1	Пальмітинова $C_{16:0}$	3,07	Пальмітинова $C_{16:0}$	2,34
2	Стеаринова $C_{18:0}$	0.67	Стеаринова $C_{18:0}$	0.93
3	Олеїнова$C_{18:1n9}$+ + Петрозелінова $C_{18:1n6}$	79,43	Олеїнова$C_{18:1n9}$+ + Петрозелінова $C_{18:1n6}$	87,87
4	Лінолева $C_{18:2n6tr}$	0,29	Лінолева $C_{18:2\ n6tr}$	0,00
5	Лінолева $C_{18:2n6c}$	15,74	Лінолева $C_{18:2n6c}$	8,57
6	Ліноленова $C_{18:3n3}$	0,24	Ліноленова $C_{18:3n3}$	0,11
7	Арахінова $C_{20:0}$	0,11	Арахінова $C_{20:0}$	0,00
8	Гадолеїнова $C_{20:1}$	0,46	Гадолеїнова $C_{20:1}$	0,18

Як видно з даних таблиці, основний вміст жирних кислот, зокрема петрозеліно-олеїнових (С18:1) і лінолевої кислоти (С18:2), у виділеній рідкій фракції ЖКО становить 96,53 %. Слід зазначити, що вперше виявлено у складі рідкої фракції транс-ізомер лінолевої кислоти (С18:2n6tr). Основний вміст жирних кислот, зокрема петрозеліно-олеїнових (С18:1) і лінолевої кислоти (С18:2), у виділеній напівтвердій фракції ЖКО становить 96,44 %.

Ацилгліцериновий склад цільових фракцій жирної коріандрової олії. Проведені дослідження ацилгліцеринового складу рідкої і напівтвердої фракцій, що отримані після сухого фракціювання жирної коріандрової олії. Ацилгліцериновий склад виділеної рідкої та напівтвердої фракцій ЖКО досліджено методом високотемпературної газорідинної хроматографії (*табл. 8*).

Таблиця 8

Ацилгліцериновий склад рідкої та напівтвердої фракцій ЖКО

№ піку	Час утримання, хв	Рідка фракція		Напівтверда фракція	
		Ацилгліцерин*	Вміст ацилгліцерину, %	Ацилгліцерин*	Вміст ацилгліцерину, %
1	16,32	POS	2,84	POS	2,81
2	16,66	POS	4,34	POS	2,07
3	17,79	PLO	5,22	PLO	2,14
4	21,15	SOS	0,54	SOS	0,87
5	21,77	SOO	36,61	SOO*	62,02
6	22,23	SOO	20,62	SOO*	16,09
7	22,48	SLS+OOO	3,01	SLO*	1,39
8	23,75	SLO	26,81	SLO*	12,60

Примітка: *(О) – Ацил: цис 6-7 С18:1 – петрозелінової кислоти
*(О) – Ацил: цис 9-10 С18:1 – олеїнової кислоти

Як видно з даних таблиці, основний вміст ацилгліцеринів, зокрема SOO* і SLO*, у виділеній рідкій фракції ЖКО становить 88,04 %. Їх співвідношення 2,14 : 1, тобто ацилгліцеринів SOO* у двічі більше ніж ацилгліцеринів SLO*. Вміст ацилгліцеринів у виділеній напівтвердій фракції ЖКО становить 100%. Встановлено, що основними ацилгліцеринами у напівтвердій фракції ЖКО є SOO* і SLO*. Їх сумарний вміст становить 92,10 % при співвідношенні 5,58 : 1.

Висновки. Розроблено апаратурно-технологічну схему комплексної переробки ЖКО, основними елементами якої є обладнання для екстракційної рафінації та фракційної кристалізації. Виявлено доцільність використання рафінованої ЖКО в рецептурах хліба «Урожайний», «Дніпровський» з повною заміною жирового інгредієнту (соняшникової олії). Досліджено медико-біологічні показники рафінованої ЖКО за розробленою технологією. Результати біохімічного дослідження сироватки крові тварин знаходились у межах нормованих показників. Тому, рафінована за новою технологією ЖКО є гігієнічно безпечним харчовим продуктом і може бути рекомендована для харчування в раціоні людини. Виявлено доцільність використання «Петрозеліну коріандрового» в рецептурі булочних виробів «Плюшка» з повною заміною жирового інгредієнту (маргарину). Визначено показники їх якості. Зразки хлібобулочних виробів, що містять рафіновану ЖКО та «Петрозелін коріандровий», відповідають вимогам нормативної документації. Продукти фракційної кристалізації ЖКО проаналізовано методом газорідинної хроматографії. Оцінено жирнокислотний та ацилгліцериновий склад рідкої та напівтвердої фракцій ЖКО:

– визначено, що основний вміст жирних кислот, зокрема петрозеліно-олеїнових, у виділеній напівтвердій фракції ЖКО становить 88%;

– визначено, що основний вміст ацилгліцеринів SOO* у виділеній напівтвердій фракції ЖКО у 5,58 разів більший ніж ацилгліцеринів SLO*.

ЛІТЕРАТУРА

1. Осейко М. І.Технологія рослинних олій: Підручник. К.: Варта, 2006. 280 с.

2. Sahib N.G. Anwar F., Gilani A.H., Hamid A.A., Saari N., Alkharfy K.M. (2013). Coriander (*Coriandrum sativum L.*): A Potential Source of High-Value Components for Functional Foods and Nutraceuticals-A Review. *Phytotherapy Research.* Vol. 27. №.10. P. 1439–1456. DOI: 10.1002/ptr.4897.

3. Химия жиров: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Технология жиров» / Б. Н. Тютюнников, З. И. Бухштаб, Ф.Ф. Гладкий и др. 3-е изд. М.: Колос. 1992. 448 с.

4. Мозяков С. В. Анализ современных схем рафинации растительных масел. *Хранение и переработка сельх озсырья*. 2004. № 10. С. 60–63.

5. Павлова И. В. Теоретические и экспериментальные основы развития технологии производства заменителя масла какао : автореф. дис. … д-ра техн. наук: 05.18.06 «Технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов». СПб, 2000. 55 с.

6. Куниця К. В. Технологія модифікованих жирів на основі соняшникової олії насиченого типу: автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.18.16 «Технологія жирів, ефірних масел і парфумерно-косметичних продуктів». Харків, 2014. 20 с.

7. Kalyna V. S., Lytsenko M. V., Kharytonov M. M. (2018). Feasibilty study of the technology of fatty coriander oil complex processing. *Journal: Annals of Agrarian Science*. Vol. 16. №. 2. P. 95–100.

8. Калина В. С., Куниця К. В., Гладкий Ф. Ф., Луценко М. В., Литвиненко О. А. Визначення раціональних умов фракційної кристалізації жирної коріандрової олії. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. 2015. № 52 (1161). Харків: НТУ «ХПІ». С. 64–70.

9. Kalyna V. S., Lutsenko M. V., Tchoursinov Y. O., Kunitsa K. V., Kharytonov M. M. Approbation and biomedical research of «Coriander Petrozeline». *Scientific Study & Research Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*. 2020. № 21 (2). P. 155–162.

10. Калина В. С., Миколенко С. Ю., Луценко М. В. Использование новых жировых ингредиентов в производстве хлебобулочных изделий. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ».* 2014. № 48 (1090). Харків: НТУ «ХПІ». С. 161–168.

11. Калина В. С. Технологія комплексної переробки жирної коріандрової олії : автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.18.06. Харків: НТУ «ХПІ», 2016. 21 с.

12. Пат. на корисну модель № 120885, Україна, С11В 1/04. Спосіб фракційної кристалізації жирної коріандрової олії. Калина В. С., Луценко М. В. № u201704689; заявл. 15.05.2017, опубл. 27.11.2017, Бюл. № 22.

ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ВІД ВАЖКОВІДОКРЕМЛЮВАНИХ ДОМІШОК МЕТОДОМ ВІБРОУДАРНОГО СЕПАРУВАННЯ

Кошулько В. С.

Удосконалення процесу очищення зерна – найважливіше завдання для зернопереробної промисловості, що обумовлено вимогами, які висуваються до якості зернопродуктів.

Найскладнішим етапом очищення пшениці є виділення важковідокремлюваних домішок, що незначно відрізняються від зерен основної культури за геометричними розмірами, щільністю, аеродинамічними параметрами і іншими ознаками.

Існуюча техніка сепарування по чіткості поділу зернових сумішей від подібних важковідокремлюваних домішок не завжди ефективна. Очищення зернової маси пшениці від прицепника широколистого в повітряно-ситових сепараторах (по товщині, ширині і швидкості витання), трієрах (по довжині зернівок) і каменевідбірних машинах (по щільності) не дозволяє досягти бажаного ефекту, так як за вказаними ознаками зерна пшениці і прицепника широколистого незначно відрізняються один від одного.

При виборі способу очищення зерна пшениці від таких важковідокремлюваних домішок, які зовні схожі на пшеницю і їх вага майже однакова, необхідно найбільш повно використовувати відмінності у фізико-механічні властивості компонентів суміші. Успіх сепарування залежить, перш за все, від ступеня відповідності ознакам поділу, обумовлених потребами виробництва. В першу чергу необхідно враховувати ті ознаки, які забезпечують найбільш повне розділення вихідної зернової суміші. Від правильно обраної ознаки поділу залежить ефективність поділу компонентів зернової суміші [1].

Особливу увагу необхідно приділити способам поділу пшениці і прицепника широколистого по відмінності щільності, коефіцієнтах тертя, властивостям поверхні і аеродинамічним параметрам.

Таким чином, особливого значення набуває проблема інтенсифікації процесів очищення зернової суміші за рахунок використання нових робочих органів, в яких технологічний процес протікає під дією інерційних полів, що перевершують силу тяжіння зерен основної культури або за рахунок сил зчеплення частинок з різними поверхнями. Тому наукове обґрунтування і застосування нового способу очищення зерна від бур'янів і прицепника широколистого, найбільш технологічно ефективно і здійснюватиметься з меншими витратами енергії в більш простих і надійних машинах, є на сьогоднішній день актуальною задачею.

Отже, метою досліджень є підвищення ефективності процесу виділення прицепника широколистого із зернової суміші зерна пшениці, з урахуванням їх фізико-механічних властивостей при віброударному сепаруванні.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі досліджень:

- узагальнити і вивчити дані про стан технічного парку зерноочисних машин переробних підприємств щодо виділення важковідокремлюваних домішок;
- розробити раціональний спосіб очищення зернової маси від прицепника широколистого;
- визначити параметри робочих органів машини для виділення важковідокремлюваних домішок;
- встановити закономірності процесу відділення домішок із зернової суміші на запропонованій схемі машини.

Об'єктом дослідження є насіння прицепника широколистого, фізико-механічні властивості і аеродинамічні параметри зернової суміші.

Предметом дослідження є процес відділення прицепника широколистого із зернової суміші, закономірність цього процесу і його експериментальне обґрунтування.

Сепарування – одна з найважливіших технологічних операцій на мукомельних, круп'яних та комбікормових заводах. Це поділ сипучих матеріалів на більш однорідні фракції, тобто, якщо сепарування пройшло, слід ждати збільшення чистоти нових отриманих фракцій [1]. Сепарування використовують для видалення із зерна домішок в зерноочисних відділеннях млинів, на крупозаводах та при підготовці комбікормової сировини; в розмельних відділеннях при сортуванні продуктів подрібнення, збагачення проміжного продукту, в лущильному відділенні крупозаводів при зерна на фракції, при сортуванні продуктів лущення, шліфування, дроблення; на комбікормових заводах при сортуванні компонентів комбікормів; в усіх технологіях при проведенні контрольних операцій. Операція сепарування впливає на ефективність проведення практично всіх технологічних операцій, а також на якість готової продукції, ступінь використання сировини на ефективність проведення технології в цілому.

Сепарування сипучих сумішей можливо, якщо [2; 3; 4]:

1. В вихідній суміші є подільні компоненти, які можуть бути виділені в даному сепараторі;
2. Суміш, що знаходиться в сепараторі, постійно розрихлюється, щоб в середині її могли утворюватися пустоти достатніх розмірів для проходження окремих частин з внутрішніх слоїв до периферійного шару, який граничить з поверхнею розділення, наприклад з ситом, трієрною поверхнею та ін.;
3. Фракції, що отримуються в процесі розділення безперервно видаляються з сепаратора; в іншому випадку утворюються технологічні завали.

Фізичні ознаки, по яким частинки суміші суттєво відрізняються, наприклад геометричні розміри, швидкість вітання, можна з найбільшою ефективністю використовувати при організації процесу сепарування.

В практиці для організації процесу сепарування в основному використовують наступні фізичні ознаки, за якими розрізняють матеріал[3], що сепарується:

- максимальний розмір – довжину;

- максимальний розмір найбільшого по площі поперечного перетину перпендикулярно довжині – ширину;
- мінімальний розмір того ж перетину – товщину;
- форму;
- щільність;
- пружність;
- тертя о поверхню;
- магнітні властивості;
- також для організації процесу сепарування використовують різницю матеріалів, що сепаруються по кольору та електростатичними властивостями.

При організації процесу сепарування звичайно пов'язують в єдине ціле ознаки різниці компонентів, що розділяються, спосіб сепарування та сепаруючи машини. В *табл. 1* приводяться відповідні дані [3], які класифікують сучасні способи сепарування.

Таблиця 1

Класифікація способів сепарування

Ознаки різниці частин	Спосіб сепарування	Назва машини	Характерні способи застосування
1	2	3	4
Довжина	Трієрування	Трієри	Очистка зерна від вівсюга, куколю, видалення ядра вівса з риса та продуктів лущення
Ширина	Просіювання на ситах з круглими та квадратними отворами	Ситові зерноочисні сепаратори	Очистка зерна від домішок, поділ зерна на фракції
Товщина	Просіювання на ситах з прямокутними отворами	Ситові зерноочисні сепаратори	Очистка зерна від домішок
Щільність, коефіцієнт тертя	Поділ в псевдорозрідженому стані	Вібропневматичні каменевідбірники, пневмосортувальні столи	Очистка зерна, крупи від мінеральних домішок, поділ зерна та ядра в продуктах лущення
Швидкість вітання	Пневматичне сепарування	Аспіратори, пневмоканали	Очистка зерна від легких домішок, видалення щуплого зерна
Швидкість вітання, щільність, коефіцієнт тертя	Поділ за зниженням щільності ендосперму та оболонки	Ситовійні машини	Сепарування продуктів подрібнення по добротності (збагаченні)
Розміри	Просіювання на горизонтальних ситах	Розсійники млинні та круп'яні	Сортування продуктів подрібнення
Пружність, коефіцієнт тертя, щільність	Віброударне сепарування	Падді-машини, інші круповідокремлювачі	Видалення ядра з продуктів лущення, контроль круповідокремлення

Форма, коефіцієнт тертя, щільність	Вібраційне переміщення по комірковим поверхням	Комірковий круповідокремлювач	Видалення ядра з продуктів лущення
Щільність	Самосортування на конічних поверхнях	Каменевідокремлювач дисковий	Очистка зерна від мінеральних домішок
Щільність, коефіцієнт тертя, розміри	Просіювання на нерухомих похилих ситах	Самопливні круповідокремлювачі	Відбір ядра з продуктів лущення
Магнітні властивості	Магнітне сепарування	Магнітні сепаратори	Очистка від металомагнітних домішок

Як правило, зернові суміші та суміші продуктів переробки зерна мають частинки достатньо близькі по щільності, що дозволяє вважати, що при ситовому сепаруванні переважала самосортування за крупністю (сегрегація). Крім щільності та крупності на ефективність сепарування впливає форма та стан поверхні частинок, товщина шару та граничне навантаження на робочий орган, частота та амплітуда коливань та інші фактори. При попередньому сепаруванні в технології муки, крупи та комбікормів має переваги ситове сепарування, але в технології крупи те комбікормів також при розділенні продуктів лущення з високою ефективністю використовується сепарування на вібраційних сортувальних столах.

Доведення зерна до необхідних кондицій при найменших витратах праці і з мінімальними втратами залежить від правильно обраних способів і схем технологічного процесу очищення і сепарації. Машини для очищення зернових культур повинні задовольняти ряд вимог: забезпечувати високу ефективність технологічного процесу, компактність і простоту конструкції, універсальність технологічної схеми очистки і робочих органів, можливість використання в гнучких виробничих процесах, низьке споживання електроенергії і зручність в обслуговуванні.

Запропонована вище класифікація зерноочисних машин, як і будь-яка інша, умовна і не претендує на абсолютну істину. Всі запропоновані види машин мають свої переваги і недоліки.

Будь-яка зернова суміш може бути механічно розділена на складові частини за умови, якщо ці частини відрізняються один від одного за своїми фізико-механічними властивостями [4].

Найбільш важливими фізико-механічними властивостями при очищенні і сортуванні зерна, є: геометричні, аеродинамічні, густота (насипна і справжня), коефіцієнти тертя, щільність і ін.

Поділ насіння за аеродинамічними властивостями. Повітряні сепаратори (*рис. 1*) призначені для розділення сипучих продуктів за допомогою повітряного потоку (пневмосепарування) на основі відмінності аеродинамічних властивостей частинок компонентів суміші, що розділяється.

Повітряні сепаратори відрізняються великим різноманіттям аеродинамічних схем та конструктивних виконань, тому їх класифікація може бути проведена за самими різноманітними ознаками: виду продукції, що розділяється, призначенню, конструктивними особливостями, виду та напрямку діючих сил на частинку компонентів суміші, що розділяється, різновидом або циклами повітряних потоків та ін. [5].

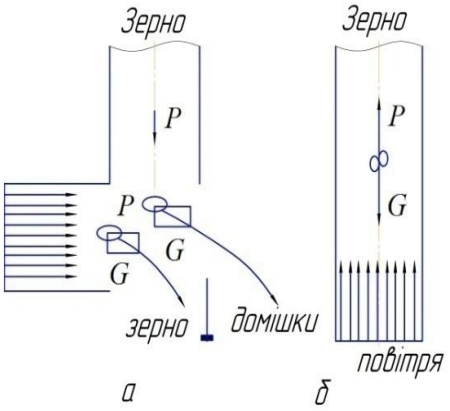


Рис. 1. Взаємодія зерна та повітряного потоку
***а* – при взаємно перпендикулярному переміщенні; *б* – в протипотоці.**

Для розподілу сумішей за аеродинамічними властивостями в зерноочисних машинах використовують повітряний потік, що створюється вентилятором (всмоктування або нагнітання). Всмоктування повітря використовують в аспіраційних каналах повітряно-решітних машин, нагнітання – в пневматичних насіннєочисних колонках (див. *рис. 1, б*). При обробці суміші повітряним потоком, що всмоктується, суміш переміщуючись по сітці, потрапляє під дію повітряного потоку, який займає легку фракцію вверх. Частина легких домішок осідає в камеру, а більш легкі видаляються разом з повітрям з машини.

Поділ насіння, яке відрізняється довжиною та товщиною. Ситові сепаратори за конструктивним виконанням основних робочих органів поділяють на дві групи: з плоскими і циліндричними ситами.

Робочим органом ситових сепараторів є сита. За способом їх виготовлення відрізняються пробивні сита та ткані металічні решітки. При просіюванні на ситах продукт розділяється (*рис. 2, а)* на частинки, розмір яких менше розміру отворів сита так звані проходові частинки (прохід), та на частинки, розміри яких більше розмірів отворів сита, так звані сходові частинки (схід) [6; 7].

Для сепарування зернової суміші в ситових сепараторах встановлюють в основному пробивні сита з круглою, прямокутною та трикутною формою отворів [6]. Пробивні сита виготовляють з оцинкованої листової сталі товщиною 0,8 – 1,0 мм.

Як правило, лінійні розміри зернівок пшениці, жита та інших культур виражається наступним співвідношенням $a > b > c$ (*рис. 2, б*). Виходячи з цього для виділення з зернової суміші смітників, що відрізняються від зерна шириною, застосовуються сита з круглими отворами (*рис. 2, в*), а для виділення смітників, що відрізняються товщиною, – сита з прямокутними отворами (*рис. 2, г*).

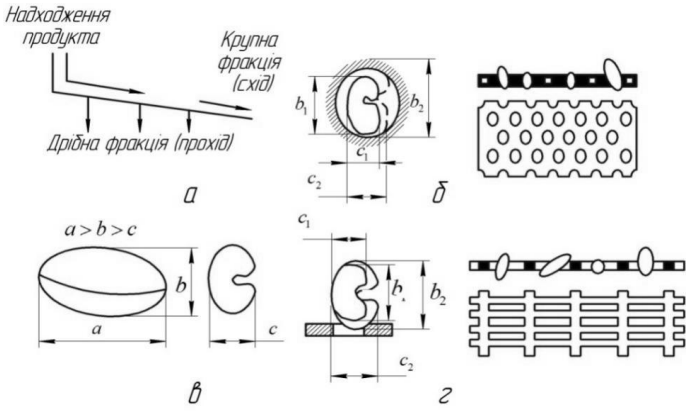


Рис. 2. Сортування зернової суміші на ситах
***а* – поділ суміші на дві фракції; *б* – позначення розмірів зерен; *в* – сито з круглими отворами (сортирує зерно по ширині); *г* – сито з прямокутними отворами (сортирує по товщині); *a* – довжина; *b* – ширина; *c* – товщина.**

Поділ насіння за розмірами. Поділ сумішей за розмірами частин (компонентів) застосовують в очисних та сортувальних машинах. В загальному випадку зерно характеризується такими розмірами: довжиною, шириною та товщиною. По довжині частинок суміш розділяють в трієрах (*рис. 3*) [8].

Визначальним параметром розділення є діаметр комірок трієрів. При обертанні циліндра короткі зерна, потрапивши в комірки, піднімаються вверх. При цьому довгі зерна випадають раніше, а короткі – пізніше. Якщо кромку жолоба встановити на границі між зонами випадання довгих та коротких зерен, то короткі будуть відділені, так як потраплять до жолоба [9; 10].

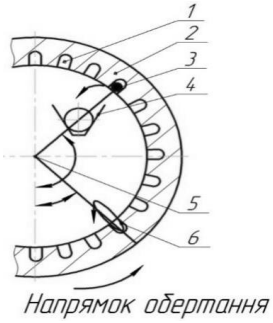


Рис. 3. Схема поділу по довжині на комірковій поверхні
***1* – комірка трієра;**
***2* – трієрна поверхня;**
***3* – коротка фракція;**
***4* – пристрій для виводу короткої фракції;**
***5* – вісь обертання;**
***6* – довга фракція.**

Зерно, що потрапило до комірок, знаходиться під дією сили тяжіння та відцентрової сили. Якщо відцентрова сила більше сили тяжіння, зерно не випадає з комірки, так як рівнодіюча цих сил буде направлена поза циліндром і, відповідно, притисне зерно до дна комірки.

Продуктивність трієрних поверхонь тим більша, чим більша кількість комірок розташованих на 1 м^2 їх робочої поверхні.

Відокремлення домішок, що відрізняються від зерна щільністю, коефіцієнтом тертя та аеродинамічними властивостями.

Вивчення машини такого типу та аналіз дослідних даних дозволили уявити процес видалення важкої (мінеральної) частинки з керованої зернової суміші в машинах з похилими гармонічними коливаннями в площині найбільшого скату деки, що складається з двох основних стадій [11; 12] (*рис. 4*).

На першій стадії важка частинка, що потрапила в потік зернової суміші зверху на шар рухомого сипучого середовища, переміщується разом з ним вздовж деки, одночасно занурюючись наближається до її поверхні. На результат всього процесу сепарування суттєво впливає відстань, яку пройде важка частинка (камінь) вздовж де до дотику з нею. Ця відстань залежить як від швидкості шарів зернового потоку, так і від швидкості занурення важкої частинки.

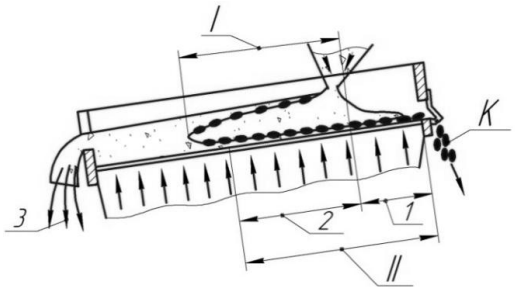


Рис. 4. Схема процесу вібропневматичного сепарування
***I* – перша стадія; *II* – друга стадія;**
***1* – верхня зона; *2* – нижня зона;**
***K* – каміння; *3* – зерно.**

На другій стадії важка частинка рухається по поверхні деки вверх на зустріч основному зерновому потоку до тих пір, доки не вийде через верхній випускний отвір. При цьому важка частинка проходе дві зони, загальна границя яких – це місце потрапляння на деку вихідної зернової суміші.

Розділення за пружністю, коефіцієнтом тертя та щільністю. На різних стадіях технологічного процесу, таких, як розділення обрушених та не обрушених зерен рису, вівса, проса, виділення ячменю з вівса, виділення ріжок, дикої редьки, часнику, каменів, пророслих та недоброякісних зерен із зерен основної культури у вітчизняній та закордонній промисловості використовують машини з відбивними стінками – так звані падді-машини.

Робочий елемент сортувального столу падді-машини (*рис. 5*) – це зигзагоподібні канали [13]. При вібраціях опорної та бокових поверхонь, що обмежують сипуче тіло, силові імпульси від часток крайнього шару передаються вглиб, постійно зменшуючись внаслідок розсіювання енергії. В більшості випадків фізична характеристика часток дозволяє не враховувати силу їх взаємного тяжіння і розглядати зв’язки як не утримуючі. Таке припущення стає неприйнятним для дуже мілких часток, часток з поверхневою вологою, що несуть електричні заряди, або металомагнітних часток в магнітному полі.

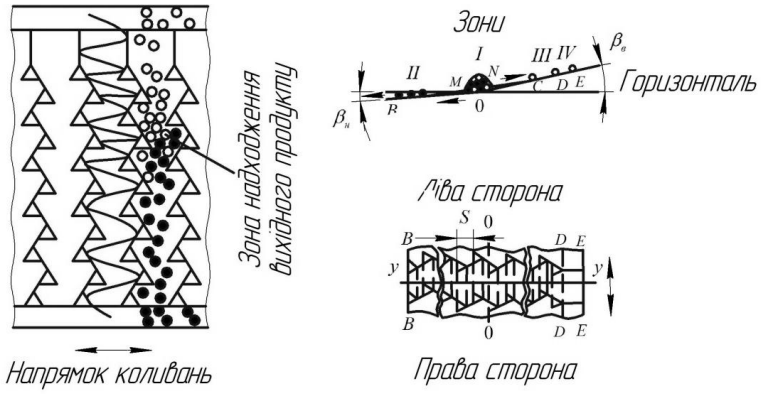


Рис. 5. Розділення зернових сумішей по пружності, коефіцієнту тертя та щільності (сортувальний стіл падді-машини)

Сила, яку можна передати частці від суміжних часток або від обмежувальних сипуче тіло твердих поверхонь, визначається умовами зв'язку і залежить від напрямку передачі цієї сили. Якщо умови зв'язку не дозволяють передати частці силу, необхідну для її прискорення, яким володіє обмежувальна поверхня, то відбувається відносний рух цієї частки. Для часток із різними фізико-механічними властивостями або, які розташовані в різних точках сипучого тіла, умови зв'язку різні, а тому різні і прискорення, при яких починається і відбувається їх відносний рух.

Внаслідок руху часток відносно одна одної відбувається розпушування і збільшення обсягу сипучого тіла в напрямку вільної поверхні. Так виникають умови для самосортування, тобто спрямованих в середньому переміщення відмінних властивостями часток в різні ділянки обсягу, що зайнятий сипучим тілом.

Якщо спрямоване в середньому переміщення всіх часток сипучого тіла однакове відносно обмежувальних поверхонь, то кажуть, що сипуче тіло рухається потоком, і основною характеристикою цього руху, що називається подачею, вважають середню швидкість часток вздовж опорної поверхні. Таким чином, дія вібрації на сипуче тіло проявляється в розпушенні і самосортуванні цього тіла з одного боку і в подачі, що забезпечує неперервність процесу, з іншого боку.

Ефективність процесу сепарування на падді-машинах складає 95–97%, також на цих машинах можна проводити очищення насіння дрібнонасіннєвої групи таких як просо та ін.

В процесі очищення зерна необхідно розділяти зернову суміш на дві фракції, одна з яких містила б головним чином зерна основної культури, а інша – домішки. Як видно з матеріалів першого розділу всі існуючі машини розраховані тільки для певних способів сепарування зернопродуктів, враховуючи при цьому необхідні властивості цих культур [14].

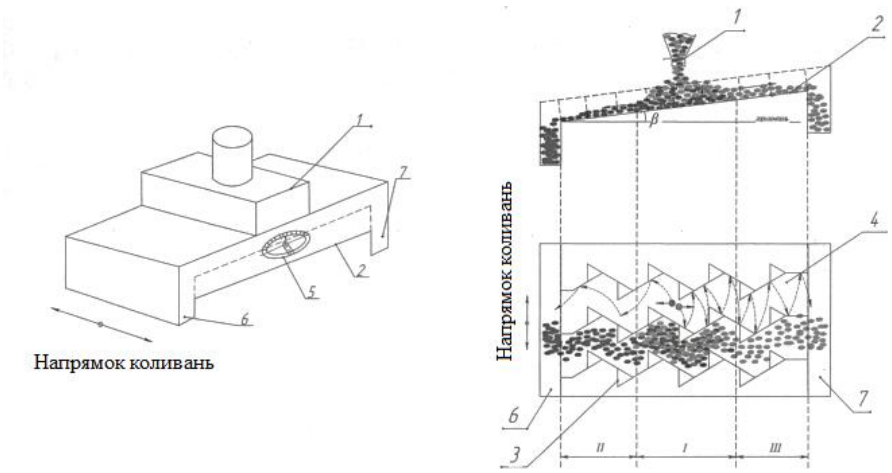
Як видно з проведеного нами аналізу, процес сепарування досить складний, оскільки на нього впливає одночасно сукупність фізико-механічних властивостей компонентів суміші. Однак, більшість авторів пов'язує ефект сортування з явищем удару. Відповідно до цієї гіпотези, прийнято вважати, що насіння, зустрічаючи перегородку, вдаряється об неї, потім відскакує [15].

Відповідно до прийнятої моделі процесу віброударного сепарування, продукт, потрапляючи в робочий орган столу, піддається ударних впливів відбивних стінок, жорстко прикріплених до похилої гладкої поверхні. Попередньо проведені випробування з очищення зерна від домішок на падді-машині показали, що зигзагоподібні відбивачі недостатньо ефективні.

Це пояснюється тим, що ширина каналу постійна і частки з різною щільністю, пружністю, коефіцієнтами тертя, перебуваючи в різних шарах зернової суміші, однаково контактують зі стінками зигзагоподібних відбивачів сортувального столу [16].

З огляду на відмінності властивостей насіння домішок від зерна пшениці, ми можемо змінити форму і матеріал сортувального столу, геометричне розташування стінок відбивачів, закріплених на сортувальному столі, і запропонуємо удосконалений пристрій для виділення насіння домішок із зернової маси пшениці.

Запропонований пристрій схематично представлено на *рис. 6* [16; 17], де зображено загальний вигляд машини для поділу зернової суміші.



а **б**

Рис. 6. Пристрій для розподілу зернової суміші
а – загальний вигляд пристрою для виділення важковідокремлюваних домішок;
б – сортувальний стіл з жорстко прикріпленими зигзагоподібними відбивачами, що утворюють канал сепарування; 1 –приймально-розподільний пристрій;
2 – сортувальний стіл; 3 – зигзагоподібні відбивачі; 4 – канал сепарування;
5 – штурвал; 6, 7 – випускні патрубки

Пристрій для розподілу зернової суміші складається з приймально-розподільного пристрою 1, сортувального столу 2, до поверхні якого перпендикулярно прикріплені зигзагоподібні відбивачі 3, а між зигзагоподібними відбивачами 3 утворені канали 4, по яких рухається сипучий продукт, штурвала 5 для фіксації кута нахилу сортувального столу 2, станини (на кресленні не показано) і приводного механізму (на кресленні не показано). З двох кінців сортувального столу 2 розташовані випускні патрубки 6 і 7.

Пристрій для розподілу зернової суміші працює наступним чином. При надходженні сипучого матеріалу в приймальний пристрій 1, сортувальний стіл 2 отримує прямолінійний зворотно-поступальний рух в напрямку стрілки «напрямки коливань» (*рис. 6*), при цьому кут нахилу сортувального столу 2 зафіксовано штурвалом 5. Сипуча зернова суміш в приймальному пристрої 1 рівномірно розподіляється по каналах 4, утвореним зигзагоподібними відбивачами 3. частинки зернової суміші під впливом коливань сортувального столу 2 і зигзагоподібних відбивачів 3 самосортуються: частинки з меншою щільністю спливають у верхні шари, а частинки з більшою щільністю занурюються в нижні шари.

Так як ширина каналу 4 по висоті зменшується, то при постійній амплітуді коливання сортувального столу 2, менш щільні частинки, що знаходяться в верхніх шарах зернової суміші частіше контактують в каналі 4 зі стінками зигзагоподібних відбивачів 3 і направляються вгору по поверхні сортувального столу 2 до випускного патрубку 7, а більш щільні частинки, які знаходяться в нижніх шарах зернової суміші і практично не схильні до дії стінок зигзагоподібних відбивачів 3 направляються вниз по поверхні сортувального столу 2. При безперервній подачі зернової суміші менш щільні частки переміщуються по каналу вгору виводяться з машини через випускний патрубок 7, а більш щільні частки переміщуються вниз і виводяться з машини через патрубок 6.

Очищення зернової суміші від прицепника широколистого способом віброударного сепарування сипучих матеріалів на сортувальних столах з прикріпленими до поверхні зигзагоподібними відбивачами, що здійснюють зворотно-поступальні коливання, дозволить підвищити ефективність очищення зерна з максимальною повнотою виділення важковідокремлюваної домішки.

На підставі результатів попередніх експериментів було використано, як дослідний зразок сепаратора для поділу пшениці і важковідокремлюваних домішок падді-машину МСХ-М (*рис. 7*).

Ефективність процесу очищення насіння пшениці від важковідокремлюваних домішок, таких як прицепник широколистий, що відрізняються між собою сукупністю різних властивостей (коефіцієнтом тертя, щільністю, станом поверхні), в значній мірі залежить від кінематичних параметрів (амплітуди коливань і кута нахилу сортувального столу), від питомого навантаження зернового потоку (товщини зернового шару, що подається), від ширини каналу, по якому рухається продукт, а також від форми розташування відбивачів, розташованих на сортувальному столі.



а) **б)**

Рис. 7. Фото фрагменту сортувального столу (а) та загального вигляду дослідної установки падді-машини МСХ-М (б)

Метою дослідження цієї конструкції (*рис. 7*) є підвищення ефективності виділення із зернової маси пшениці насіння прицепника широколистого.

Таким чином, технологічна ефективність процесу очищення зернового матеріалу на досліджуваній установці оцінювалася показниками, що характеризують їх якісну і кількісну сторони.

Перебіг процесу сепарування зернових матеріалів залежить від дуже великої кількості факторів. До них відносяться: амплітуда і частота коливань, напрямок коливань, величина подачі матеріалу на робочий орган (продуктивність), кут нахилу робочого органу, тип і сорт оброблюваного матеріалу, розміри і форма зерен, коефіцієнт внутрішнього і зовнішнього тертя, вологість, вміст домішок в зерновій масі та інші.

Експериментальна установка дозволяє варіювати товщиною шару суміші, що подається, кутом нахилу сортувального столу, частотою і амплітудою коливання робочого органу, кутом нахилу стінок відбивачів, а також шириною каналу сепарування.

Технологічний процес в досліджуваної установки для виділення важковідокремлюваних домішок здійснюється в наступній послідовності: подача зернової суміші в канал між зигзагоподібними відбивачами; розподіл і самосортування частинок; транспортування частинок до випускного патрубка [9].

На *рис. 8* представлені залежності ефективності сепарування E зернової суміші від ширини каналу b сортувального столу при різних кутах нахилу β. При цьому: частота коливань $n = 100$ хв$^{-1}$; вологість домішки $W_{пр} = 13{,}9\%$, пшениці $W_{пш} = 10{,}7\%$; вміст важковідокремлюваних домішок в суміші $k = 2\%$.

Аналіз графіків свідчить про те, що залежності носять екстремальний характер, тобто максимальна ефективність виділення домішки при одній і тій же амплітуді коливання відповідає певній ширині каналу і певним кутом

нахилу сортувального столу. Зменшення або збільшення значень кута нахилу сортувального столу відповідно в будь-яку сторону від оптимуму призводить до зниження ефективності. Високий ступінь очищення $(E = 94 - 95\%)$ досягається при $b = 60 \quad 70$ мм, $\beta = 4°$

Це пояснюється тим, що виштовхувальна сила удару відбивачів діє більш ефективно, оскільки при ширині каналу 60 70 мм відбувається найбільш оптимальне зіткнення частинок домішки об стінку відбивачів, при цьому зернівка в результаті рухається по поверхні сортувального столу вгору.

При зменшенні значень кута нахилу сортувального столу разом з зернівками домішки несуться зерна пшениці, а при збільшенні – важковідокремлювані домішки переміщається вниз з зерном пшениці [19; 20].

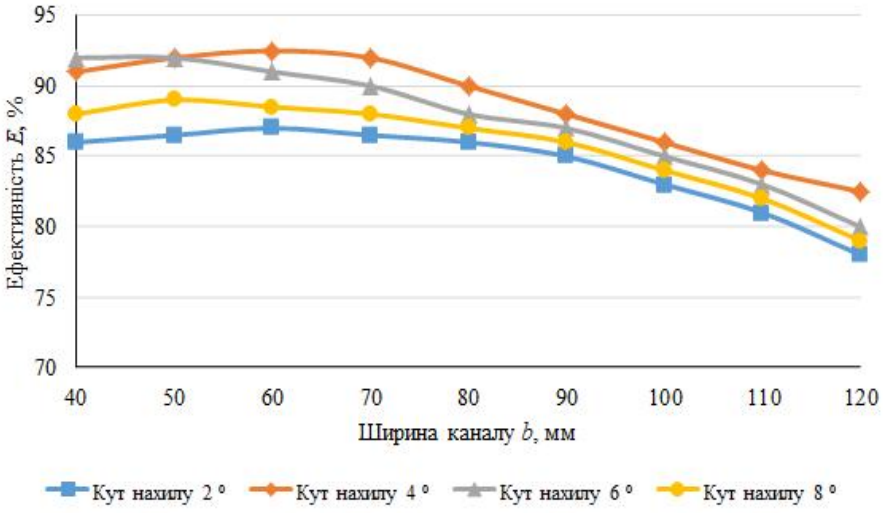


Рис. 8. Залежність ефективності сепарування *E* від ширини каналу *b* сортувального столу при різних кутах нахилу *β* при цьому *n*=100 хв$^{-1}$ $W_д = 13,9\%$, $W_{пш} = 10,7$; $k = 2\%$

На *рис. 9* наведені залежності ефективності сепарування *E,* від амплітуди коливань при різних кутах нахилу β сортувального столу. При цьому:

- ширина каналу 60 мм;
- частота коливань $n = 100$ хв$^{-1}$;
- вологість домішки $W_д = 13,9\%$, пшениці $W_{пш} = 10,7\%$;
- вміст домішки в суміші $k = 2\%$

З графіка видно, що залежність носить екстремальний характер, тобто максимальна ефективність виділення прицепника широколистого при постійній ширині каналу відповідає певній амплітуді коливання і певного куту нахилу сортувального столу. Зменшення або збільшення значень кута нахилу сортувального столу і амплітуди коливань відповідно в будь-яку сторону від оптимуму призводить до зниження ефективності. Високий ступінь очищення

$(E = 93 - 95\%)$ досягається при амплітуді коливання $A = 65 - 75$ мм, при цьому кут нахилу сортувального столу $\beta = 4°$.

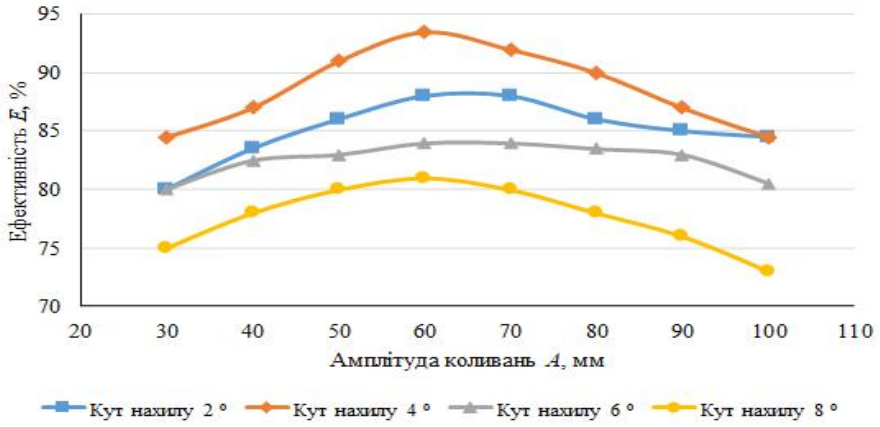


Рис. 9. Залежність ефективності сепарування E, від амплітуди коливань при різних кутах нахилу сортувального столу β, при: $b = 60$ мм; $n = 100$ хв$^{-1}$;
$W_{пр} = 13,9\%$, $W_{пш} = 10,7$; $k = 2\%$

На *рис. 10* наведені залежності ефективності сепарування зернової суміші від продуктивності Q при різних концентраціях важковідокремлюваних домішок k у вихідній зерновій масі, при наступних постійних параметрах:

- ширина каналу $b = 60$ мм;
- частота коливань $n = 100$ хв$^{-1}$;
- кут нахилу сортувального столу $\beta = 4°$;
- вологість важковідокремлюваних домішок $W_д = 13,9\%$, зерна пшениці $W_{пш} = 10,7\%$;

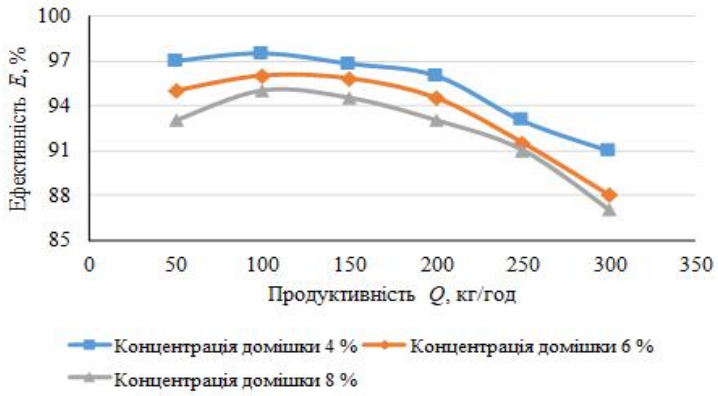


Рис. 10. Залежність ефективності E сепарування від продуктивності Q при різних концентраціях k важковідокремлюваних домішок, при $b = 60$ мм;
$n = 100$ **хв**$^{-1}$; $W_д = 13,9\%$, $W_{пш} = 10,7$; $k = 2\%$

З графіка видно, що при збільшенні концентрації важковідокремлюваних домішок в зерновій масі ефективність виділення не знижується, а найкращі результати сепарування $(E = 93 - 95\%)$ досягаються при продуктивності Q від 150 до 200 кг/год і концентрації домішки $k = 4\%$.

Залежність ефективності сепарування E від кута нахилу β сортувального стола при різній продуктивності Q, при $b = 60$ мм; $n = 100$ хв$^{-1}$; $W_д = 13,9\%$, $W_{пш} = 10,7$; $k = 2\%$

Також можна говорити про те, що залежність ефективності сепарування зернової суміші від продуктивності понад $Q = 200$ кг/год носить регресивний характер, тобто зі збільшенням продуктивності більше даного значення – ефективність виділення важковідокремлюваних домішок знижується.

На *рис. 11* зображена залежність ефективності сепарування E зернової суміші від кута нахилу β сортувального столу при різній продуктивності Q з наступними незмінними показниками:

- ширина каналу $b = 60$ мм;
- частота коливань $n = 100$ хв$^{-1}$;
- вологість важковідокремлюваних домішок $W_д = 13,9\%$, зерна пшениці $W_{пш} = 10,7\%$
- вміст важковідокремлюваних домішок в суміші $k = 2\%$.

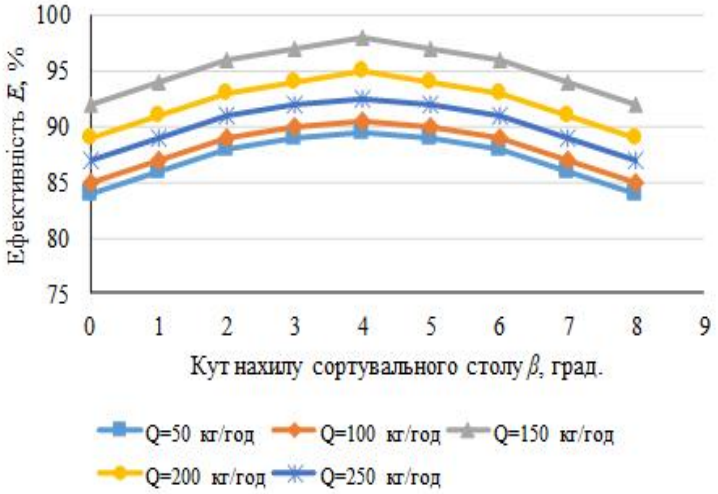


Рис. 11. Залежність ефективності сепарування *E* від кута нахилу *β* сортувального стола при різній продуктивності *Q*, при $b = 60$ мм; $n = 100$ хв$^{-1}$; $W_д = 13,9\%$, $W_{пш} = 10,7$; $k = 2\%$

Згідно графіка можна зробити висновок, що при продуктивності від 150 до 200 кг/год і кутах нахилу сортувального столу від 3° до 5° можна відзначити високу ефективність сепарування $E = 92 - 95\%$.

На *рис. 12* показано вплив частоти коливань n сортувального столу на ефективність виділення E важковідокремлюваних домішок із зернової суміші при різній ширині каналу b і наступних постійних параметрах:

- кут нахилу сортувального столу $\beta = 4°$;
- продуктивність $Q = 150$ кг/год;
- вологість важковідокремлюваних домішок $W_д = 13,9\%$, зерна пшениці $W_{пш} = 10,7\%$;
- вміст важковідокремлюваних домішок в суміші $k = 2\%$.

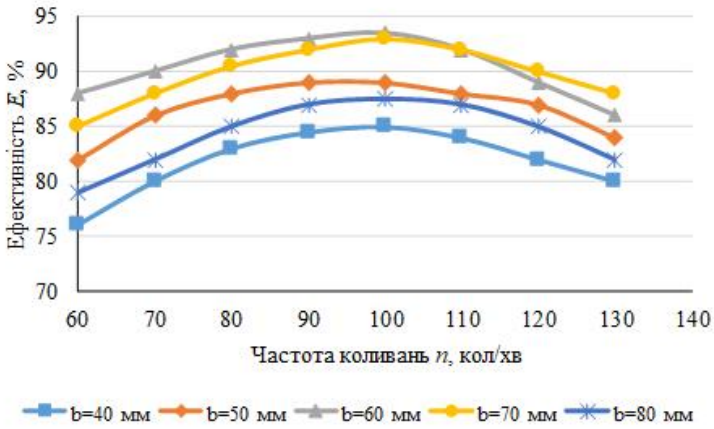


Рис. 12. Залежність ефективності сепарування *E* від частоти коливання сортувального столу *n*, при різній ширині каналу b: $\beta = 4°$; $Q = 150$ кг/год; $W_д = 13,9\%$, $W_{пш} = 10,7\%$; $k = 2\%$

Аналіз графіків свідчить, максимальна ефективність виділення домішки при одній і тій же частоті коливання відповідає певній ширині каналу сепарування сортувального столу. Високий ступінь очищення $(E = 93 - 95\%)$ досягається при $b = 60 - 70$ мм, $\beta = 4°$, $n = 95 - 105$ хв$^{-1}$.

Результати дослідження залежності ефективності виділення важковідокремлюваних домішок із зернової суміші від кута нахилу стінок відбивачів до площини сортувального столу при різній амплітуді A і наступних постійних параметрах:

- кут нахилу сортувального столу $\beta = 4°$;
- продуктивність $Q = 150$ кг/год;
- вологість важковідокремлюваних домішок $W_д = 13,9\%$; зерна пшениці $W_{пш} = 10,7\%$;
- вміст важковідокремлюваних домішок в суміші $k = 4\%$.

Графічні залежності представлені на *рис. 13.*

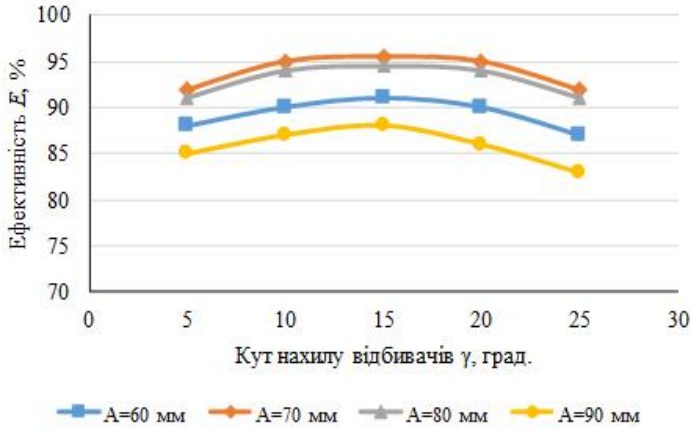


Рис. 13. Залежність ефективності сепарування *E* зернової суміші від кута нахилу відбивачів γ до площини сортувального столу при різній амплітуді *A*:
$\beta = 4°; O = 150$ **кг/год;** $W_з = 13{,}9\%$ **;** $W_{зм} = 10{,}7\%;\ k = 4\%$.

При значеннях кута нахилу стінок відбивачів $\gamma = 13 - 17°$ спостерігається висока ефективність сепарування (до 95%). Це пояснюється тим, що в даному випадку частка домішок внаслідок удару об стінку рухається по контрольованій траєкторії.

Таким чином, в результаті експериментальних досліджень процесу очищення зерна пшениці від важковідокремлюваних домішок на дослідній установці встановлені раціональні параметри і режими роботи, що дозволяють високоефективно проводити очищення зернової маси пшениці $(E = 93 - 95\%)$ від найбільш важковідокремлюваних домішок.

Висновки 1. Визначено фізико-механічні властивості деяких важковідокремлюваних домішок та встановлено, що найбільш повного поділу можна досягти по відмінності в щільності і коефіцієнтах тертя на похилій шорсткій поверхні.

2. Запропоновано і реалізовано спосіб віброударного сепарування сипучих матеріалів на сортувальних столах з прикріпленими до поверхні зигзагоподібними відбивачами, що здійснюють зворотно-поступальні коливання.

4. Визначено основні чинники, що впливають на ефективність розділення зерна пшениці від важковідокремлюваних домішок. Ефективність процесу сепарування частинок, що відрізняються між собою сукупністю різних властивостей (коефіцієнтом тертя, щільністю, станом поверхні), в значній мірі залежить від кінематичних параметрів (амплітуди коливань і кута нахилу сортувального столу), від питомого навантаження зернового потоку (товщини зернового шару, що подається), від ширини каналу, по якому рухається продукт, а також від форми і розташування відбивачів, розташованих на сортувальному столі.

5. Встановлено оптимальні (раціональні) параметри робочих органів машини і режими її роботи. Найбільш висока ефективність процесу очищення забезпечується при куті нахилу сортувального столу $\beta = 4$ °, амплітуді коливання A = 65 – 75 мм, частоті коливання n = 95 – 105 хв$^{-1}$, ширині каналу b = 60 мм, утвореного зигзагоподібними відбивачами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Авдеев А. В. Современный технический уровень машин для послеуборочной обработки зерна. *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 2002. № 6. С. 20–22.

2. Заїка П. М. Теорія сільськогосподарських машин. 2004. Т. 2. Ч. 2, кн. 2: Зернозбиральні машини. Харків: Око. 404 с.

3. Гортинский В. В., Демский А. Б., Борискин М. А. Процессы сепарации на зернообрабатывающих предприятиях. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Колос, 1980. 304 с.

4. Ермольев Ю. И. Перспективные технологии и технические средства для очистки зерна. *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 2002. № 6. С. 28–29.

5. Заика П. М., Слоновский Н. В. Исследование траектории движения семян при пневмосепарировании семенных материалов. *Технология производства и конструирования сельскохозяйственных машин*: сб. научн. тр. Харьков: Вид. ХГАУ, 1997. С. 142–147.

6. Заика П. М. Вибрационное перемещение твердых и сыпучих тел в сельскохозяйственных машинах. Киев: Вид. УСХА, 1998. 625 с.

7. Тищенко Л. Н., Ольшанский В. П., Ольшанский С. В. К расчету движения зерновой смеси на вибрирующем плоском наклонном решете. *Вібрації в техніці і технологіях*. 2009. № 1. С. 109–113.

8. Манчинський Ю. О., Бакум М. В., Горбатовський О. М., Кравцов М. М. Математична модель руху компонентів насіннєвих сумішей по робочий площині. *Механізація те електрифікація сільського господарства.* 2008. Глеваха. Вип. 92. С. 156–162.

9. Первичная и вторичная очистка зерна и семян. *Техника и оборудование для села*. 2002. № 7. С. 14.

10. Пивень В. В., Уманская О. Л. Основные направления совершенствования технологии и техники для послеуборочной обработки зерна. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2003. № 8. С. 205–208.

11. Тищенко Л. Н., Миняйло А. В., Пивень М. В., Харченко С. А. Исследование послойного движения зерновой смечи на плоских вибрационных решетах. *Механізація сільськогосподарського виробництва*. Харків: Вид. ХНТУСГ. 2007. Вип. 59. Т. 1. С. 69–76.

12. Тищенко Л. Н., Кучеренко С. И., Ольшанский В. П., Зайцев О. Б. Модель однослойного движения зерновой смеси по наклонному рифленому решету. *Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв*. Харків: Вид. ХНТУСГ. 2008. Вип. 74. С. 28–39.

13. Гортинский В. В., Абрамов А. В. К теории процесса сепарирования на отражательных столах. *Труды ВНИИ зерна и продуктов его переработки* (ВНИИЗ), М., 1972. Вып.73. С. 57–64.

14. Кулагин М. С. и др. Механизация послеуборочной обработки и хранения зерна и семян. М.: Колос, 1979. 256 с.

15. Лубников С. И., Тарушкин В. И., Ткачев Р. В. Новая методика оценки качества семян и зерна. *Зерновое хозяйство*. 2002. № 6. С. 27–28.

16. Деклараційний патент на корисну модель «Круповідокремлююча машина» (падді-машина) № u 2011 01636. Науменко М. М., Чурсінов Ю. О., Кошулько В. С.

17. Деклараційний патент України на корисну модель U 2011 01636. Назва винаходу (корисної моделі) – круповідокремлююча машина (падді-машина). Заявники: Кошулько В. С., Науменко М. М., Чурсінов Ю. О.

18. Деклараційний патент України на корисну модель U 2011 13888. Назва винаходу (корисної моделі) – круповідокремлююча машина (падді-машина). Заявники: Кошулько В. С., Науменко М. М., Чурсінов Ю. О., Міщенко М. І.

19. Кошулько В. С., Науменко М. М., Чурсінов Ю. О. Динаміка руху вібраційного столу при сортуванні круп. *Хранение и переработка зерна*. 2010. №12. С. 76–78.

20. Кошулько В. С., Науменко М. М., Чурсінов Ю. О. Кінематика руху вібраційного столу. *Хранение и переработка зерна*. 2011. №2. С. 62–65.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Ананьєва Таміла Володимирівна, кандидатка біологічних наук, доцентка, доцентка кафедри екології Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Бегма Наталія Андріївна, кандидатка сільськогосподарських наук, доцентка, доцентка кафедри технології годівлі і розведення тварин Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Богадьорова Лариса Михайлівна, кандидатка географічних наук, доцентка, доцентка кафедри науки про Землю та хімії Херсонського державного аграрно-економічного університету, м. Херсон, Україна

Булкін Сергій Сергійович, кандидат економічних наук, економіст-менеджер СТОВ «Вікторія» , с. Солоне Дніпропетровської обл., Україна

Величко Олександр Петрович, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри менеджменту і права Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Вініченко Ігор Іванович, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економіки Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Ворошилова Наталія Володимирівна, кандидатка біологічних наук, доцентка, доцентка кафедри екології Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Гришко Ганна Миколаївна, кандидатка технічних наук, доцентка, доцентка кафедри цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Дерев'янко Віктор Миколайович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», м. Дніпро, Україна

Деркач Олексій Дмитрович, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри експлуатації машинно-тракторного парку Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Дудін Володимир Юрійович, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри інжинірингу технічних систем Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Жеманова Олена Анатоліївна, викладачка кафедри філології Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Заболотська Ірина Олександрівна, старша викладачка кафедри філології Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Завербний Андрій Степанович, доктор економічних наук, професор, професор кафедри зовнішньоекономічної та митної діяльності Національного університету «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

Зажарська Надія Миколаївна, кандидатка ветеринарних наук, доцентка, завідувачка кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Казакевич Олена Ігорівна, викладачка кафедри філології Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Калина Вікторія Сергіївна, кандидатка технічних наук, доцентка, доцентка кафедри харчових технологій Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Кондратьєва Наталія Вікторівна, кандидатка технічних наук, доцентка, доцентка кафедри хімічної технології в'яжучих матеріалів ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпро, Україна

Кошулько Віталій Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, в. о. завідувача кафедри харчових технологій Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Макаренко Дмитро Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри експлуатації машинно-тракторного парку Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Масур Ганна Сергіївна, викладачка кафедри філології Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Мельниченко Софія Геннадіївна, здобувачка ступеня доктора філософії, асистентка кафедри водних біоресурсів та аквакультури Херсонського державного аграрно-економічного університету, м. Херсон, Україна

Микитюк Віктор Васильович, доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри технології годівлі і розведення тварин Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Милостивий Роман Васильович, кандидат ветеринарних наук, доцент, доцент кафедри технології переробки продукції тваринництва Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Назаренко Микола Миколайович, доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри селекції і насінництва Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Назаренко Олена Володимирівна, кандидатка філологічних наук, доцентка, доцентка кафедри філології Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Науменко Світлана Валеріївна, докторка ветеринарних наук, доцентка, професорка кафедри ветеринарної хірургії та репродуктології Державного біотехнологічного університету, м. Харків, Україна

Полегенька Марина Анатоліївна, кандидатка економічних наук, старша викладачка кафедри економіки Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Прокопов Вадим Юрійович, кандидат історичних наук, старший викладач кафедри філософії, соціології та історії Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Родіна Ольга Вікторівна, здобувачка ступеня «доктор філософії» за ОНП «Менеджмент», викладачка кафедри менеджменту і права Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Ситник Світлана Анатоліївна, докторка сільськогосподарських наук, доцентка, професорка кафедри садово-паркового мистецтва та ландшафтного дизайну Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Скляров Павло Миколайович, доктор ветеринарних наук, професор, професор кафедри хірургії і акушерства сільськогосподарських тварин Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Стасюк Тетяна Валеріївна, докторка філологічних наук, професорка, завідувачка кафедри філології Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Ткаліч Юрій Ігоревич, доктор сільськогосподарських наук, професор, проректор з наукової та інноваційної діяльності Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Ткачук Андрій Васильович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, декан факультету водогосподарської інженерії та екології Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Толстенко Олександр Васильович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інжинірингу технічних систем Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Федоренко Сергій Якович, доктор ветеринарних наук, доцент, професор кафедри ветеринарної хірургії та репродуктології Державного біотехнологічного університету, м. Харків, Україна

Цилюрик Олександр Іванович, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри рослинництва Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Черній Олександр Анатолійович, старший викладач кафедри інжинірингу технічних систем Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Чернікова Наталія Семенівна, кандидатка історичних наук, доцентка, доцентка кафедри філософії, соціології та історії Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Чорна Валентина Іванівна, докторка біологічних наук, професорка, завідувачка кафедри екології Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

Щепова Діана Романівна, кандидатка педагогічних наук, доцентка, завідувачка кафедри філософії, соціології та історії Дніпровського державного аграрно-економічного університету, м. Дніпро, Україна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ ПИТАННЯ АГРАРНОЇ НАУКИ

КОЛЕКТИВНА МОНОГРАФІЯ

(до 100-річчя Дніпровського державного аграрно-економічного університету)

Підписано до друку 08.05.2023. Формат 70х100/16.
Папір офсетний. Друк цифровий. Ум. друк. арк. 47,13.
Наклад 50 пр. Зам. № 70.

Видавництво та друкарня ПП «Ліра ЛТД».
49107, м. Дніпро, вул. Наукова, 5.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовлювачів та розповсюджувачів
видавничої продукції ДК № 6042 від 26.02.2018.

dnipro.lira@gmail.com | +38 (067) 561-57-05 | lira.dp.ua


ISBN 978-966-981-748-8